1844/C

STILLING, B. and WALLACH, J.

Digitized by the Internet Archive
in 2016 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b22014998

Untersuchungen

über die

Textur des Rückenmarks.

Von

Dr. B. STILLING und Dr. J. WALLACH.

Mit Abbildungen.

LEIPZIG,
Verlag von Otto Wigand.

1842.

314212

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

Inhalts-Uebersicht.

Vorwort I. Von Dr. Stilling VII
Vorwort II. Von Dr. Wallach XI

Erstes Kapitel. Die feinsten Formtheile des Rückenmarks. Von Dr. Wallach. 1
1. Abschnitt. Weisse Substanz 2
2. Abschnitt. Grauröthliche Substanz 5
3. Abschnitt. Gelatinöse Substanz 9

Zweites Kapitel. Ueber die Organisation oder wahre Structur des Rückenmarks. Von Dr. Stilling 12
1. Abschnitt. Ueber das gegenseitige Lagerungsverhältniss der Elemente in der grauen und weissen Substanz des Rückenmarkes 13
2. Abschnitt. Erforschung des ferneren Verlaufs der queerlaufenden Bündel der grauen Substanz . 16
3. Abschnitt. Allgemeine Uebersicht der Lagerung der Fasern in der grauen und weissen Substanz des Rückenmarkes 17
4. Abschnitt. Untersuchung der feinsten Verbindungs- und Lagerungsverhältnisse der einzelnen Theile des Rückenmarkes unter einander 20
5. Abschnitt. Genauere Beschreibung der einzelnen Faserzüge im Rückenmarke 23
6. Abschnitt. Ueber das Verhältniss der Nervenwurzeln zum Rückenmarke, in Bezug auf den Verlauf ihrer Primitivfasern 26
7. Abschnitt. Allgemeine Darstellung der Lagerungsverhältnisse der Fasern im Rückenmarke bei Menschen und bei Thieren 28
8. Abschnitt. Anhang. Bemerkungen über einige Schlüsse und Desiderate, die aus den vorhergehenden Untersuchungen für die Physiologie hervorzugehen scheinen 30

Drittes Kapitel. I. Der Bau des Rückenmarkes, mit unbewaffnetem Auge betrachtet. Von Dr. J. Wallach 42
II. Mikroskopische Resultate an künstlich gehärtetem Rückenmarke gewonnen 45
III. Ein einfaches Compressorium zum Gebrauche bei mikroskopischen Untersuchungen , ... 46
Erläuterung der Abbildungen 49

Vorwort I.

Meine Untersuchungen über die Functionen des Nervensystems *) machten mir es einleuchtend, dass die anatomischen Verhältnisse dieses Systems durchaus noch nicht klar erkannt waren. — Durch die stringentesten Versuche an lebenden Thieren konnte ich die grellsten Widersprüche zeigen, in welchen die bis jetzt gültigen Annahmen über den Faserverlauf im Rückenmarke und über die Function der einzelnen Rückenmarkstheile und Faserungen mit den Resultaten der Versuche, mit der Sprache der Natur, standen. — Sobald ich also über die Function der genannten wichtigen Gebilde durch Experimente bestimmte Erfahrungen gewonnen hatte, war es mein eifriges Streben, die anatomischen Gründe der Erscheinungen aufzufinden. — Dass dieses nur mit Hülfe des Mikroskops, nur mittelst der feinsten und detaillirtesten Untersuchung und Zergliederung geschehen konnte, unterlag keinem Zweifel. — Ich verfolgte daher meinen Plan nicht allein durch eigne Arbeit, sondern veranlasste auch meinen Freund Dr. Wallach hierselbst, Mitherausgeber dieser Schrift, gleichfalls thätige Hand an's Werk zu legen, und zur Erreichung des vorgesteckten Zieles das Seinige beizutragen. — Derselbe fand nach langer und genauer Untersuchung zuerst das wichtige Factum, dass die bis jetzt als vorzugsweise Bestandtheile der grauen Substanz angenommenen Kugeln, Ganglienkugeln oder Nervenkörper, eine Folge optischer Täuschung sind, und dass die ganze Substanz des Rückenmarks von der Cauda equina bis zur Medulla oblongata hin aus lauter Fasern besteht. — Ich bestätigte bei meinen eignen nachfolgenden Untersuchungen jenes Factum vollständig. — Indessen war mein Hauptstreben auf die Verhältnisse der Faserungen, auf die Verhältnisse der einzelnen Theile des Rückenmarks gerichtet. — Ich suchte die wahre Textur, die eigentliche Organisation dieses Organs zu finden. Und hier waren die Resultate meiner Versuche an lebenden Thieren der leitende Faden im Labyrinthe. — Ich wusste durch dieselben, was ich zu suchen hatte, und auf welche einzelnen Punkte ich vor-

*) Einen Theil davon enthält meine neueste Schrift: „Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarks und der Nerven, mit specieller Beziehung auf J. van Deen's gleiche Untersuchungen. Leipzig 1842, bei Otto Wigand. 8. Mit Abbildungen." Ferner eine Abhandlung: „Ueber die Function des Nervensystems" in Roser's u. Wunderlich's Archiv für die physiologische Heilkunde. I. 1. 1842. —

züglich meine Aufmerksamkeit richten musste. — Ich begann also gleich meine Untersuchung mit der Erforschung der Verbindungs-Verhältnisse und der gegenseitigen Lagerungs-Verhältnisse beider Substanzen. —

Der Erfolg entsprach meinen kühnsten Erwartungen. Schon bei den ersten Untersuchungen entdeckte ich den Lauf der grauen Fasern und ihr Verhältniss zu den Fasern in der weissen Substanz. — Rasch nachher fand ich die anderweite Anordnung der Fasern durch den ganzen Lauf, in dem ganzen Umfange des Rückenmarks, dergestalt, dass nun die Organisation des Rückenmarks — bis jetzt ein Chaos unhaltbarer Ansichten und anatomischer Irrthümer — sonnenklar unsrer Anschauung zugänglich gemacht worden ist. — In der That, ich erstaunte manchmal, dass nicht vor mir schon andre Forscher den so klar zu Tage liegenden Fund gethan, dass so lange Zeit hindurch die Organisation eines der wichtigsten Organe des thierischen Körpers unbekannt bleiben konnte; und dies um so mehr, als die ausgezeichnetsten Beobachter unsrer Zeit der Erforschung der Structur dieses Organs ihre Kräfte, bei den besten Hülfsmitteln, zugewandt hatten. —

Es kann nunmehr an jedem frischen Rückenmarke ein jedes Factum bestätigt werden, wie ich es gefunden, ohne bedeutende Hülfsmittel, d. h. ohne andre als die eines Mikroskops, dessen geringste Vergrösserungen, von 20 bis 30 linear, schon zu allen Untersuchungen ausreichen.

Ich habe nun zwar mit meinem Freunde Wallach die Einrichtung getroffen, dass Jeder von uns seine ihm eigenthümlichen Untersuchungen in abgesonderten Kapiteln bearbeite, und dass, was der Eine gefunden, von den Entdeckungen des Andern durchaus getrennt mitgetheilt werde, — daher ich an dem ersten und dritten Kapitel dieser Schrift durchaus keinen Antheil habe, wie denn die Untersuchungen und Resultate des zweiten Kapitels und aller darin enthaltenen Abschnitte durchaus mein Eigenthum und von mir ausschliesslich bearbeitet sind —, aber wir haben gegenseitig unsre Untersuchungen geprüft, sowohl gemeinschaftlich, als unabhängig von einander, und haben auf solche Weise uns vor dem Verfallen in Täuschungen auf alle mögliche Weise zu hüten gesucht. — Wir haben dabei mit verschiedenen Instrumenten gearbeitet. Ich benutzte ein ausgezeichnetes Schiek'sches Mikroskop grösserer Gattung, und daneben ein kleineres sehr gutes von Oberhäuser. Mein Freund Wallach benutzte ein treffliches Instrument, gleichfalls von Schiek, nach Oberhäuser'scher Art eingerichtet, von mittlerer Grösse. —

Die Messungen der verschiedenen Theile wurden zwar gemeinschaftlich mittelst des Schraubenmikrometers meines grossen Instruments vorgenommen; indessen haben wir geglaubt, deren Mittheilung unterlassen zu dürfen, um die

an und für sich geringen Differenzen, die hinsichtlich der Grössenverhältnisse der Primitivfasern bestehen, nicht durch neue Angaben zu vermehren.

Zu den Untersuchungen, welche ich anstellte, habe ich das frische Rückenmark vorzugsweise von Kälbern benutzt. Und ich empfehle allen denen, welche sich mit Wiederholung meiner Arbeiten beschäftigen wollen, gleichfalls das Rückenmark eines frisch geschlachteten Kalbes zu benutzen. — Es ist dieses deshalb am geeignetsten zur Untersuchung, weil es am härtesten ist, und am schönsten gestattet, dünne Schichten der Queere wie der Länge nach aus ihm herauszuschneiden. — Aber ausser dem genannten habe ich das Rückenmark andrer Thiere, von Ochsen, Schafen, Schweinen, verschiedenen Vögeln, Fröschen, und dasjenige des Menschen untersucht. — Zieht man es vor, die Untersuchungen an gefrorenem Rückenmarke zu machen, weil an diesem auch mit weniger Geschicklichkeit sich dünne Scheiben aus der Dicke abtrennen lassen, so kann man dazu sich des vom Mitherausgeber beschriebenen Verfahrens zur Bewirkung eines künstlichen Gefrierens des Rückenmarks bedienen, — was namentlich für die Untersuchung während der warmen Jahreszeit zu empfehlen sein dürfte. —

Ein wichtiges Beihülfsmittel bei diesen Untersuchungen ist eine mit Vorsicht gehandhabte Quetschung. — Das vom Mitherausgeber erfundene und im dritten Kapitel beschriebene Compressorium hat sich als vorzüglich brauchbar gezeigt, und empfiehlt sich ausserdem durch seine Einfachheit und Anwendbarkeit bei jedem Mikroskop.

Die Abbildungen sind durchweg vom Mitherausgeber, nach gemeinschaftlicher Bestimmung ausgeführt worden. Ich fühle mich verpflichtet, demselben öffentlich meinen Dank auszusprechen, für die zu meiner Abhandlung gehörigen Darstellungen, welche zum Verständniss ein so ausgezeichnetes und wesentliches Hülfsmittel darbieten.

Wir hoffen nun, in ähnlicher Weise, wie bei diesem ersten Hefte gezeigt ist, die Anatomie des übrigen Central- und peripherischen Nervensystems baldigst nachfolgen zu lassen. — Das ganze Werk dürfte aus vier bis sechs Heften bestehen. —

So mögen denn die Fachgenossen unsre Arbeit mit der Aufmerksamkeit würdigen, welche ich so sehr auf das Studium der Nervenphysiologie und Nervenpathologie richten möchte, um für die practische Medicin endlich einmal eine solidere wissenschaftliche Basis zu gewinnen, als die ist, auf welche sie bis in die neueste Zeit leider gestützt ward. Ich möchte gerade die besseren practischen Aerzte vertrauter mit den Phänomenen des Nervensystems sehen; denn ich hege die Ueberzeugung, dass nur von dieser Seite her die wahre

wissenschaftliche Medicin Grund und Boden gewinnen kann. — Ich möchte deshalb einem jeden Arzte (und vorzüglich den bessern jüngern Practikern) rathen, mindestens die wichtigsten Experimente der Nervenphysik an lebenden Thieren, und namentlich an Fröschen, durch eigne Prüfung zu bestätigen, und dann an höheren Thieren die Functionen einiger der wichtigsten Nerven, wie z. B. des Vagus, gleichfalls durch eigne Experimente, aus eigner Anschauung kennen zu lernen. — Dies war zum Theil der Grund, dass ich in meiner oben angeführten neuesten Schrift die technischen Erfordernisse zur Anstellung solcher Experimente an Fröschen in kurzer Darstellung bekannt machte, um eben dadurch den Aerzten zur Selbstprüfung — wozu ihnen gewöhnlich jede Anleitung und Kenntniss mangelt — mehr Lust und Erleichterung zu gewähren. — Ich werde daher auch in einer demnächst zu veröffentlichenden anderweiten Abhandlung das technische Verfahren bei den Versuchen an höheren Thieren genau angeben, um so, was in meinen Kräften steht, dazu beizutragen, dass das Studium der Nervenfunction bei meinen Kunstgenossen allgemeiner und wahrhaft rationell über Krankheit und Heilkunst gedacht werden möge. —

Cassel, in Kurhessen, d. 20. Februar 1842.

***Dr.* Stilling.**

Vorwort II.

Eine Schrift, die den Namen zweier Verfasser an sich trägt, erheischt einige Worte zur Darlegung der Verhältnisse, welche die gemeinschaftliche Herausgabe veranlassten. Denn es ist nicht der häufigere Fall, dass neugefundene Thatsachen, welche verschiedenen Seiten angehören, zur Förderung des Gegenstandes selbst von ihren Eigenthümern miteinander vereinigt werden; vielmehr ist es gewöhnlicher, dass Jeder mit Selbstzufriedenheit das von ihm Entdeckte eiligst in der Absicht, den Vorrang für sich zu erwerben, zur Kenntniss der Gelehrten bringt, um, wenngleich dabei glücklicherweise nicht immer die Wissenschaft verliert, einer gewissen Ehrsucht zu fröhnen.

Das diesem entgegengesetzte Verfahren, welches bei gegenwärtiger Schrift hervortritt, entschuldigt zugleich eine Erörterung über das Zustandekommen derselben, welche — streng genommen — mit dem Zweck einer wissenschaftlichen Erscheinung nichts zu thun hat.

Durch die Arbeiten meines Freundes Stilling über die Mechanik derjenigen Wirkungen, welche sich auf das Rückenmark als auf deren Mittelpunkt beziehen, wurde ich zu mikroskopischen Untersuchungen der hierbei interessirten Theile des Nervensystems geführt. Zwar war ich den neuesten Forschungen im Gebiete des Nervensystems gefolgt; allein es schien mir, um das ganze Feld in seiner anatomischen Grundlage zu durchdringen, eine neue Ueberarbeitung, ohne Rücksicht auf Theorie, für mich selbst wenigstens ein dringendes Bedürfniss. Deshalb ging ich analytisch zu Werke und begann die nach dem bisherigen Standpunkte als anatomische Elemente aufgeführten Formtheile zu prüfen. Das Rückenmark, die Nerven, das verlängerte Mark, das Gehirn von verschiedenen Thieren, das Rückenmark des menschlichen Körpers nicht ausgeschlossen, waren der Gegenstand, an dem ich das unbefangene Auge, unterstützt durch die Hülfsmittel unserer Zeit, versuchte. — Nachdem mir oft und wiederholt die sanctionirten Angaben der neuesten Autoritäten mit dem in der Natur sich Darbietenden in verwirrendem Widerspruch entgegengetreten waren, belehrten mich anhaltend fortgesetzte Studien genauer. — Als einzige Bestandtheile des Rückenmarks habe ich, ausser den Gefässen und häutigen Bestand-

theilen, nur sogenannte Primitivröhren gefunden, — und ferner: dass weisse Röhren blos der Länge nach, graue aber sowohl der Länge als der Queere nach verlaufen, — dass Ganglienkugeln im Rückenmark nirgends vorhanden sind, sondern andere Verhältnisse täuschende Bilder veranlassen, die mit jenen bisher verwechselt wurden, — ferner, dass die Spinalnervenwurzeln nicht aus einer einzigen Spalte auf jeder Seite austreten, sondern dass sie in abwechselnder Folge höher und tiefer so aus dem Rückenmark abgehen, dass sie dünne Bündel oder Blätter der weissen Masse zwischen sich fassen. Die Gelegenheit dieser auffallenden Erscheinung bot zuerst der obere Dorsaltheil von Fötusrückenmark dar. Später bestätigte sich die Thatsache allgemeiner.

Von allen Gegenständen, die ich hier abgehandelt, getreue Abbildungen zu geben, war mir gegenwärtig nicht möglich. Für den Forscher reicht hoffentlich die Beschreibung hin. Wer aber blos liest, wird aus Bildern, die ihm eine Negation früherer Annahmen vorführen, keinen grossen Gewinn ziehen.

Einiger Nebenproducte, die mir die Arbeit ergab, werde ich nur beiläufig gedenken, die Hülfsmittel und Methoden zur Wiedererzeugung der betreffenden Bilder aber genauer erwähnen und unter den Abbildungen zugleich ein Instrument mittheilen, das ich — durch das Bedürfniss aufgefordert — für meinen Gebrauch angegeben und zu einer allgemeinen Benutzung geeignet befunden habe.

Cassel, im Februar 1842.

***Dr.* J. Wallach.**

Erstes Kapitel.

Die feinsten Formtheile des Rückenmarks.

(Von *Dr.* J. Wallach.)

Wenn ich hier das Ergebniss eigener Untersuchungen veröffentliche, so lässt sich dasselbe in den wenigen Worten fassen: — ich erkannte in der weissen Masse des Rückenmarks longitudinale Nervenröhren, in der sogenannten grauen Masse longitudinale und transversale, also sich kreuzende Nervenröhren; aus diesen Elementen allein ist das ganze Rückenmark von seiner untersten Spitze an bis zu der Kreuzungsstelle der vordern weissen Bündel (Pyramiden), wo die Medulla oblongata ihren Anfang nimmt, zusammengesetzt. Dieser genannte Theil des grossen und merkwürdigen Nervencentrums, also das Rückenmark selbst, enthält an keiner Stelle Ganglienkugeln*). — Da dieser Ausspruch mit den bisher gangbaren und durch gewichtige Autoritäten unterstützten Angaben nicht übereinstimmt, vielmehr zu einer von der bisherigen abweichenden Ansicht über den innern Bau des Rückenmarks führt, so muss ich umständlicher erörtern, was sich meinen Augen darbot, und wie ich mir dasselbe zu deuten genöthigt wurde.

Mit welcher Absicht ich an das Unternehmen ging, habe ich im Vorwort gesagt; hinzufügen muss ich aber, dass nicht ein Streben zum Umsturz des Bestehenden, sondern der Wunsch, die Wahrheit ohne Rücksicht auf Autoritäten zu ermitteln, meiner Arbeit lediglich zum Grunde lag.

*) Es versteht sich natürlich von selbst, dass hier nicht von den Spinalganglien die Rede ist, die sich an den hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven befinden. Wir stellen in dieser Abhandlung das von allen umgebenden Theilen isolirte Rückenmark dar; die Nerven aber nur, in so weit sie durch ihre Wurzelfäden einen Theil dieses Organes selbst ausmachen.

Das Rückenmark besteht also, abgesehen von den erst in zweiter Instanz ihm angehörenden Theilen (Membranen, Gefässen u. s. w.) aus zwei oder drei sowohl der Farbe, wie der räumlichen Anordnung nach verschiedenen Massen. Sie sind bekannt unter dem Namen der weissen oder Marksubstanz, der grauen oder grauröthlichen und der gelatinösen oder gallertartigen Substanz.

---

1. Abschnitt.

Die weisse Substanz des Rückenmarks.

Sie bildet überall den Ueberzug, die Hülle oder Schale der grauen Substanz *), wird aber bekanntlich durch Einsenkung einer grossen Falte der Pia mater in zwei grössere Hälften getheilt, die wiederum, aber auf andere Weise, in mehrere und sehr feine Bündel zerfallen, wie ich im dritten Kapitel angeben werde. Diese feinen Bündel lassen sich mit Nadeln oder feinen Pincetten künstlich in noch feinere zerlegen, und diese bestehen, wie schon geringe Vergrösserungen darthun, aus lauter Nervenprimitivröhren oder elementaren Nervenröhren. Sie sind in Farbe und Bau den Primitivröhren gewöhnlicher Nerven gleich. Kein dritter fremdartiger Körper (die feinen Blutgefässe ausgenommen) ist zwischen ihnen zu finden; sie laufen isolirt und unverzweigt parallel mit der Axe des Rückenmarks.

Um ihren Bau genauer zu prüfen, sind etwas stärkere Vergrösserungen nicht zu entbehren, während schon 18 (bei meinem Mikroskop Objectiv-Linse 1. mit dem aplanatischen Ocular) ausreicht, um den Verlauf deutlich zu erkennen, der ohnehin später dem geübten Auge, selbst ohne dies Hülfsmittel, nicht entgeht.

Bei schwachen Vergrösserungen zeigt sich **) ein trübes Bild von Längenfasern, die Farbe ist milchig oder grauweiss, nicht glänzend, sondern matt; die

---

*) Selbst beim Fötus, wo auf der hintern Fläche die Schenkel der grauen Substanz bis an die Oberfläche des Rückenmarks zu treten, und unmittelbar mit den ansitzenden Nervenwurzeln zusammen zu hängen scheinen, findet sich dennoch ein zarter weisser Ueberzug. Dasselbe gilt von der grauen Commissur; sie liegt keineswegs, wie von Andern behauptet wird, auf der hintern Fläche des Rückenmarks unbedeckt; auch hier ist die weisse Umhüllung vorhanden.

**) Zur Darstellung der Röhren der weissen Substanz schneidet man mit einem scharfen und glatten Messer das Rückenmark an einer beliebigen Stelle der Länge nach bis in die graue Substanz ein, breitet die

Fasern erscheinen dichtgedrängt nebeneinander, oft aber auch in wellenförmigen Biegungen übereinander. Letztere Erscheinung ist aber eine durch den Druck künstlich gemachte; ohne Druck indess ist die genaue Beobachtung nicht möglich.

Bei Vergrösserungen von 55 bis 90 (Objectivlinse 1. 2. 3. und Ocular 0. oder 1.) erscheint der Bau der elementaren Nervenröhren schon deutlich genug. Es bedarf aber für den Anfang stärkerer Vergrösserungen, um sich das Bild für immer scharf einzuprägen. Dazu ist 240 (Objectivlinse 4. 5. 6. und Ocular 1.) am besten. Um ein grösseres Sehfeld benutzen zu können, sind aber später die schwächern Objectivlinsen bequemer.

Bei gehöriger Vorbereitung einer dünnen Lage weisser Substanz sieht man nun gleichmässige, glatte, durchsichtige, farblose Röhren von dem bekannten Durchmesser. Sie haben eine doppelte Contour; zwischen beiden ist ein heller, durchsichtiger Raum (dies ist aber blosse Folge des Druckes; im Leben mag wohl kein solcher Zwischenraum vorhanden sein); die innere Wandung aber schliesst einen farblosen, durchsichtigen Inhalt in sich, der bei verstärktem Druck ausfliesst und unregelmässige Körnchen und Stückchen darstellt, die sich wohl zu Kugelgestalten zusammenballen und an den Rand des Objectes hinlaufen. In diesem veränderten Aggregatzustande werden die Lichtstrahlen von dieser Substanz anders gebrochen, als von dem normalen, in seiner Scheide eingeschlossenen Inhalte; der ausgetretene, körnige Inhalt der elementaren Nervenröhren erscheint daher schwach gefärbt, und zwar gelblich grau oder auch bräunlich.

Ich betrachte die als äussere Contur erscheinende Wandung der Elementarröhre als Neurilem, das in den weissen Röhren stärker, als in den grauen (und deren Nüancen) gefunden wird. Die zweite Contour ist die unmittelbare Hülle des Inhaltes und bildet mit ihm im normalen Zustande ein Ganzes, ein Continuum; sie ist vielleicht die den Inhalt secernirende oder ernährende Membran. Nur durch das Pressen erscheint uns Membran und Inhalt getrennt. Eine diese Ansicht bekräftigende Beobachtung wird sich aus dem dritten Kapitel, so wie auch im Verlaufe dieser Darstellung ergeben. Wir zeigen später, dass bei gewisser Behandlungsart die leeren Scheiden der Nervenröhren zurückbleiben, die, ihre Lumina von oben betrachtet, wie durchschnittene Strohbündel aussehen.

---

so entstandenen Hälften mittelst Nadeln auseinander und nimmt aus der Oberfläche oder doch aus einer von grauen Röhren möglichst freien Stelle ein dünnes Scheibchen mittelst des gereinigten Messers, oder mit der Scheere hinweg. Dies wird so auf eine Glasplatte gelegt, dass seine Länge mit der der Glasplatte parallel wird, und alsdann durch eine zweite kleinere Glasplatte je nach Bedürfniss gepresst. Oder aber man bringt mit derselben Vorsicht zur Beobachtung des Faserverlaufs das Object in den mikrotomischen Quetscher. Ich habe auf diese Weise in dem von mir angegebenen Compressorium Stücke von fast einem Zoll Länge untersucht.

Beide Membranen der Nervenröhre besitzen einen gewissen Grad von Dehnbarkeit. Es gelingt nicht selten, wenn man eine nur von wenigen Röhren erfüllte Stelle unter dem Mikroskop hat, durch Verschieben der Glasplatten eine solche Röhre in die Länge zu ziehen, wobei dann gewöhnlich die äussere Membran reisst und sich vermöge ihrer Elasticität von dem Riss an zusammenzieht, verkürzt, so dass eine Strecke weit die zweite oder innere Membran von der äussern entblösst wird. Die in solcher Weise gedehnte innere Membran mit ihrem Inhalt verliert durch die Dehnung etwas von der Breite ihres Durchmessers und spitzt sich nach oben (wo sie am meisten von der gerissenen äussern Membran entfernt ist) sehr fein zu. Dieses Verfahren, wodurch zugleich eine Erklärung des Bandes von Remack gegeben wird, erläutert den Bau der elementaren Nervenröhren sehr klar. Wiederholte Beobachtung an weissen und grauen Röhren lassen mir hierüber keinen Zweifel zurück. (Man sehe die Figur 9.)

Man sieht manchmal auch einzelne in die Breite ausgedehnte Primitivröhren, die jedoch nichts anderes sind, als oberflächlich gelegene, gewöhnliche Röhren, die dem Druck stärker ausgesetzt waren, als die übrigen in tiefern Schichten befindlichen. Die bei veränderter Beleuchtung wahrzunehmende doppelte Contour verdrängt jede andere Muthmassung über diesen Gegenstand.

Die oft besprochenen und beschriebenen Varicositäten der Nervenröhren zeigen sich auch in der weissen Substanz des Rückenmarks, und bedürfen hinsichtlich ihrer etwaigen Verwechslung mit Kugeln keiner weitern Bemerkung. Der Grund ihrer Entstehung liegt theils in dem (wegen der nie ganz gleichförmigen Lage des Objects) ungleichmässigen Druck, wobei einige Stellen stärker als die andern comprimirt werden, theils in der beginnenden Zersetzung im Tode; die in der Masse enthaltene Flüssigkeit oder Feuchtigkeit folgt nämlich physikalischen Gesetzen, tränkt sich bald hier, bald dort mit dem Gewebe, und schwellt dadurch die Membranen in kleinern oder grössern sphärischen Formen auf. Daher erscheinen bisweilen sogar blasenartige Varicositäten; die Wandungen werden bei stärkerm Drucke gesprengt, die Fragmente kräuseln sich durch die Elasticität des Gewebes, es entstehen mannichfaltige irreguläre Gestalten.

Der ausgelaufene und am Rand des Objectes zusammengetretene Inhalt bildet, wie schon erwähnt, graugelbliche, bräunliche Körper, unter welchen sich dann auch vereinzelte Blutkügelchen finden. Ungeachtet der hierdurch entstehenden Schatten und oft kugelartigen Formen wird der Geübte doch leicht durch die Farbe die Blutkügelchen, und durch den Vergleich mit ächten Ganglienkugeln die übrigen Körper unterscheiden.

Fragmente von Primitivröhren, die durch Druck u. s. w. sich abgetrennt haben, kräuseln sich, und bilden bisweilen einen scheinbar geschlossenen, kleinen Ring; sie bilden einen fast vollständigen Kreis mit schwacher, doppelter Contour. Einer jeden Verwechslung wird vorgebeugt, wenn man mit einer stärkern Vergrösserung prüft und auf eine dickere Stelle in der Peripherie der scheinbaren Kugel achtet. Man sieht dann das Voreinanderstossen oder Aneinanderlegen der beiden Röhrenenden, die in dem letztern Falle zumal zu der Muthmassung verleiten können, man sehe den Kern einer Ganglienkugel; denn so gestaltet sich allerdings zuweilen dieser Punkt. Höher- und Tieferstellen der Objectivlinse enttäuscht durch die hierbei in verschiedener Höhe das Object treffende Beleuchtung.

Fettkügelchen, Luftbläschen und dergleichen eine runde Gestalt darbietende Körper bedürfen kaum der Erwähnung. Hinwegnehmen des von dem Beleuchtungsspiegel reflectirten Lichtes reicht hin, um zu zeigen, dass die Luftbläschen und die vorhin erwähnten Stellen, welche von einer kreisförmig zusammengetretenen Primitivröhre begrenzt werden, hohl oder leer sind. Sie erscheinen nämlich bei dieser Procedur dunkel, blauschwarz. Das wirkliche Object aber, solide Gewebstheile, zeigt bei einfach auffallendem Lichte eine milch- oder silberweisse Farbe. Die Fettkügelchen hingegen sind durch ihre breiten Schatten und deren Nüancirung sehr leicht zu unterscheiden. Eine fernere Veranlassung für optische Täuschung ergiebt die folgende Untersuchung.

---

2. Abschnitt.

Die grauröthliche Substanz des Rückenmarks.

Eine genaue Auseinandersetzung des Hierhergehörigen ist um so wichtiger, weil gerade die graue Substanz des Rückenmarks den Angaben der Schrifsteller zufolge die Ganglienkugeln enthalten soll*). Ich habe mich durch anhaltend fortgesetzte Prüfung des Gegenstandes an Thieren verschiedener Klassen überzeugt, dass die bisherige Annahme die Folge von Täuschungen war. Fötus, neugeborene Thiere und erwachsene wurden in grosser Zahl untersucht. Oft

*) In Gluge's eben erschienenem Heft seiner Anatomisch-mikroskopichen Untersuchungen findet sich noch pag. 36 eine Bemerkung über zusammengesetzte Kugeln, die sich von „den gewöhnlich im Rückenmark vorkommenden Ganglienkugeln“ unterscheiden sollen.

wurde ich zweifelhaft und glaubte selbst getäuscht zu sein, bis sich Resultate herausstellten, welche jeden Zweifel heben mussten. Ich kann hinzufügen, dass die aufgefundenen Verhältnisse bei Amphibien, Fischen, Vögeln und Säugethieren analog sind. Von der Cauda equina an, bis zu den sich kreuzenden Pyramiden, hinauf enthält das Rückenmark keine Ganglienkugeln; sie treten erst in der Medulla oblongata auf, wo überhaupt eine verwickeltere Anordnung der ineinandergreifenden Massen von Nervenröhren die Untersuchung erschwert.

Hat man, wie oben bei der weissen Substanz angegeben wurde, das Rückenmark durch einen Längenschnitt getheilt und vermittelst geeigneter Instrumente die beiden Hälften von einander getrennt, so sieht man in beiden zwei Säulen oder Schenkel grauer Substanz eingebettet. Man erkennt auch hierbei wieder die weissen Röhren überall als Umkleidung der grauröthlichen Massen. Die Schnittfläche der weissen Substanz ist aber eben und glatt, die der grauen ist weniger glatt und eben, vielmehr rauh und körnig. Bricht man weisse Masse des frischen Rückenmarks der Länge nach auseinander, so sieht man nur longitudinale Faserung; bricht man die graue der Länge nach auf, so sieht man transversale Streifen und Schichten, die von links nach rechts gehen. Die Farbe der grauen Substanz ist nicht bei allen Thieren gleich; beim Schaf ist sie gelblichgrau, beim Kalb röthlicher, bei Kaninchen hellroth; bei einem neugeborenen Esel fand ich sie am dunkelsten gefärbt, beinahe schiefergrau; bei Fötus ist sie heller, weicher, überhaupt zarter. —

Nimmt man vermittelst der Scheere oder des Messers einen feinen Längenschnitt dieser Substanz hinweg und untersucht ihn, zwischen Glassplatten mässig gepresst, mikroskopisch, so bemerkt man ein sehr abweichendes Bild von dem der weissen Substanz. Schon bei dem Pressen zwischen einfachen Glasplatten oder im Compressorium gewahrt man grössere Weichheit und Nachgiebigkeit des Objectes; ausgebreitet und mit unbewaffnetem Auge betrachtet, gibt es ein zartes, wie zwischen die Gläser gehauchtes, gelblich- oder röthlichgraues Bild. Schon bei geringen Vergrösserungen erscheint die ganze Substanz, wennschon gefärbt, heller und durchsichtiger, als die weisse. Man sieht höchst zarte, dünne, mitunter spitz endigende, längere, aber auch kurze und in wirbelnder Menge wie Spiesse sich durchkreuzende Röhren, die bei verstärktem Druck mehr auseinanderweichen und den feinern Bau klarer erkennen lassen. In feinen, quer hinweggenommenen Stückchen sieht man ebenfalls sich kreuzende Röhren. Ich fand öfter und, namentlich an den Stellen, wo aussen die Nervenwurzeln ansitzen, rechtwinkelig sich kreuzende Röhren; die longitudinalen gehörten sowohl grauer als

weisser Substanz an; die letztern zeichneten sich durch ihre Farblosigkeit und ihren grössern Durchmesser aus. Diese Kreuzung war für die Erklärung der verdächtigen Kugelgestalten von besonderer Wichtigkeit, indem ich nun erkannte, dass Fragmente, kurze Abschnitte, der in entgegengesetzter (bei transversalen Rückenmarksstückchen — longitudinaler) Richtung verlaufenden Fasern, zwischen den Glasplatten auseinandergedrückt, durch ihre Lumina die Form von Kugeln darboten. Neben den grauröthlichen Nervenröhren und zwischen ihnen zeigten sich demnach sehr viele kleine, rundliche, eckige, gelbgraue Körper mit körnigem Inhalt, die ich zuvor nicht minder wie Andere für Ganglienkugeln gehalten hatte*). Nun aber stellte sich heraus, dass zerdrückte sehr kurze Stückchen von Nervenröhren, die zum Theil ihres Inhaltes beraubt sind, mit Kugeln verwechselt werden können. Achtet man genau auf den Verlauf der unverletzten Röhren und auf die hiervon sehr verschiedene Lagerung der auseinandergebreiteten Reste, so wird man gegen Täuschung gesichert sein, zumal wenn man auch noch den Vergleich mit Spinalganglienkugeln zu Hülfe nimmt; ich that das Letztere oft, und der Unterschied beider Gebilde wurde mir zur Gewissheit.

Der Bau der grauröthlichen Primitivröhren ist dem der weissen ähnlich. Die grössere Zartheit der Wandungen abgerechnet, zeigen sie im Allgemeinen einen geringern Durchmesser. Sie besitzen, wie die weissen Röhren, eine doppelte Contour, einen hellen, bei Druck ausfliessenden und dann gelblich grau aussehenden Inhalt, der sich, wie bereits im ersten Abschnitt bei der weissen Substanz erörtert, am Rande des Objects zu grössern und kleinern Massen zusammenballt.

Die Varicosität wird auch an den grauen Röhren bemerkt, wiewohl in schwächerm Grade. Wir glauben aber, dass dieser in Verhältniss zu ihrem geringern Durchmesser steht.

Breitendurchmesser und Farbe weichen von denen der weissen Röhren ab; sonst gilt aber bei ihnen das bereits von jenen Gesagte. Die glatten, ebenen Wandungen, der unverzweigte, isolirte Verlauf jeder Primitivröhre, ihre Dehnbarkeit, ihr Verhalten bei der Compression, wie bei der Verschiebung der Glasplatten, die Kräuselung abgetrennter Stücke, und die so entstehenden Scheinbilder von Kugeln, sie sind die nämlichen, wie dort. Auch die Deutung der doppelten Contour ist keine andere, als die oben mitgetheilte.

Fettkügelchen, Luftbläschen und einzelne zwischen den Primitivröhren liegen gebliebene Inhaltskörnchen kommen auch hier in derselben Weise vor, und es genüge darum die einfache Erwähnung.

Es trifft sich aber auch nicht selten, dass in dem Objecte selbst hier und da dünnere, hellere, runde Stellen erscheinen, die ein mattes, granulirtes Ansehen haben und einen zarten Nucleus einzuschliessen scheinen. Man glaubt eine Ganglienkugel zu sehen, man wird bestärkt in dem Glauben durch den Schein eines in der Mitte oder näher am Rande befindlichen Kerns. Es ist jedoch Täuschung. Das Kriterium dafür besteht wieder in Hinwegnahme des von dem Beleuchtungsspiegel reflectirten Lichtes. Die soliden mikroskopischen Theile erscheinen milch- oder silberweiss, jene verdächtigen Stellen dunkel, farblos oder blauschwarz. Es sind bloss flüssige, oder halbflüssige zwischen den Glasplatten sich anhängende Reste des Inhalts aus den Primitivröhren, in deren Nähe sich zufällig ein stärkeres Agglomerat oder Körnchen befindet; oder aber es hat sich die halbflüssige Substanz centrisch oder nach einer Seite hin in ein kleines Bläschen zusammengezogen, welches den Schein eines Nucleus veranlasst.

Ganglienkugeln überhaupt haben so constante Merkmale, dass es nicht allzuschwer ist, andere ähnliche Körper von ihnen zu unterscheiden. Der scharfe Umriss, die punktirte Hülle, der Nucleus und Nucleolus, ihr Verhalten gegen Druck, sie lassen keinen Zweifel übrig. Was aber bei den im Rückenmark vorkommenden (nunmehr richtig erkannten) verdächtigen Körpern oder Kugeln gegen den etwaigen Einwurf gesagt werden kann, dass man nämlich durch den angewandten Druck die Hüllen der Kugeln sprenge, und nun die nackten Kerne zurückbleiben, ergiebt sich aus der desshalb angestellten Prüfung. Ein gewaltsames Sprengen der Hüllen von Spinalganglienkugeln, oder von Kugeln aus dem Ganglion Gasseri, aus dem Grenzstrang etc. gelingt nur bei sehr starkem Druck; ein schwächerer Druck aber macht die Umrisse nur deutlicher. Derselbe starke Druck auf Ganglienkugeln aus dem Gehirn vermochte auch hier nur selten die Kugel zu zerstören. Wenn wir aber bei Untersuchung der Rückenmarksubstanz durchgängig einen nur ganz gelinden Druck anwandten, so hätten doch die Hüllen der Kugeln unversehrt erhalten werden müssen, und dennoch fanden wir, wie gesagt, diese Körper im Rückenmark nicht *).

*) Einer in neuerer Zeit ausgesprochenen Ansicht, dass nämlich Zellen aus der Pia mater für Ganglienkugeln angesehen werden könnten (Henle), darf ich nach meinen Untersuchungen nicht beitreten. Ich habe viele Fötus und die Zellen im Rückenmark in mehrfachen Entwickelungsstufen untersucht und darf mir daher ein Urtheil erlauben. Schon im neugeborenen Thiere sind in der weissen Rückenmarksubstanz, wie in der grauen, desgleichen in der Pia mater alle Zellen verwandelt. Beim Fötus erhalten sich, wie es scheint, die Zellen am längsten in den Röhren der grauen Substanz; ich fand hier Zellen, die sich jedoch bereits in Röhren auszudehnen angefangen hatten und daselbst als rundliche Anschwellungen oder kleine Ausbuchtungen ansassen, während die Röhren der weissen Substanz schon völlig ausgebildet waren. Aber im neugeborenen oder im

Gewisse chemische Reagentien, wie die von Vielen empfohlene Essigsäure, liessen bei der Einwirkung auf Ganglienkugeln im Stich, daher sie auch zur Ermittelung solcher in der Rückenmarksubstanz nichts leisteten. Die geringe Veränderung in dem Aggregatzustand, welche durch dieselben in den zarten Gewebstheilen entsteht, hat mit den erwähnten Täuschungsbildern ohnehin nichts gemein. Die Wirkung von Ammonium, Aether, Weingeist, Tanninlösung, Essigsäure etc., die ich alle und oft geprüft habe, ist nur eine Verdichtung oder im entgegengesetzten Falle eine geringe Auflockerung des Gewebes. Hier aber, wo meistens nur flüssige Ueberreste (vergl. pag. 8.) von dem Nervengewebe den Beobachter über die Deutung des Bildes in Zweifel setzen könnten, ist eine derartige Einwirkung, wenn sie Statt fände, um so weniger von Belang. Die oben mitgetheilte Prüfungsart hingegen hebt jede Ungewissheit über diese Punkte auf. Ein fernerer Grund zur Täuschung ergibt sich am Schlusse des nächstfolgenden Abschnittes.

3. Abschnitt.

Die gelatinöse Substanz des Rückenmarkes.

Auf Querschnitten des Rückenmarks sieht man die hintern grauen Schenkel an ihrem nach aussen und hinten liegenden Rande, wo sich zackige Fortsätze grauer und weisse Substanz wechselseitig entgegenkommen und ineinandergreifen, von einer Substanz eingefasst, die einen glänzenden, gallertähnlichen Schein hat. Auch auf Längeschnitten sieht man diese glänzende Einfassung durchweg von unten bis oben. Die Fortsetzung dieser Substanz erscheint in der Medulla oblongata unbedeckt als seitliche Wandung im untern Theile der vierten Hirnhöhle, also ebenfalls auf der hintern Fläche dieses Organes. Ist auch diese Substanz keine fremdartige, aus andern Elementen, wie die bereits abgehandelten, zusammengesetzte, so bedarf sie doch der Genauigkeit wegen um so mehr einer Erwähnung, als sie mit der Function der hintern Rückenmarkstheile, der Empfindung nämlich, in einer eigenen Beziehung zu stehen scheint. Es sind an dieser

erwachsenen Individuen ist das Vorhandensein der Zellen nicht wahrnehmbar, und ein Depot von solchen Körpern zur fortwährenden Unterhaltung des Lebens oder zur Reproduction der Gewebe ist eben so unstatthaft, wie die Erklärung der vorläufig sogenannten organischen Nervenfasern als Fötalbildung.

Stelle, die übrigens, isolirt von ihrer Umgebung, genau zu beobachten nicht leicht ist, graue Nervenröhren vorhanden, die einen longitudinalen Verlauf nehmen, und zwischen den weissen, umhüllenden Röhren und den grauen Röhren eine Zwischenwand bilden. Aus ihrer longitudinalen Anordnung scheint die glänzende, gallertähnliche Färbung zu entstehen. Die Röhren, aus welchen sie besteht, zeigen den feinsten Durchmesser und unter dem Mikroskop eine sehr helle, ins Goldgelbe spielende Farbe.

Ein sehr wichtiges Verhältniss für den Bau des Rückenmarkes bieten, ausser dem bisher Erwähnten, die Blutgefässe dar. Ich hätte, namentlich bei Beschreibung der grauröthlichen Primitivröhren, der vielen Capillargefäsnetze gedenken müssen, aus welchen sich, vermöge des bei der Untersuchung angewandten Druckes, die unzähligen Blutkügelchen zwischen die Primitivröhren drängen. Allein die eigenthümliche Anordnung dieser Gefässe führt zu einem Schlusse, dessen Mittheilung erst jetzt, nachdem die Bestandtheile des Rückenmarkes selbst abgehandelt sind, geeignet erschien.

Die Blutgefässe des Rückenmarkes, die Spinalarterien, treten auf vorderer und hinterer Fläche des Organes in Verzweigungen, von der Pia mater begleitet, zwischen Bündeln der weissen Substanz tiefer ins Innere desselben ein. Wir sehen aber bei mikroskopischer Untersuchung die transversal eindringenden Blutgefässe in dünnen, nicht sehr zahlreichen Verzweigungen die weisse Substanz durchsetzen, während sie, in die grauen Röhrenmassen eingedrungen, mannichfaltige feine, aber dicht beisammen liegende Netze bilden, deren Wandungen so zart werden, dass sie oft der schärfsten Beobachtung zu entgehen scheinen. Bei Druck des Objektes verbreitern sie sich, und werden als hellere, gelbliche, gewöhnlich leere, bisweilen aber auch noch mit einzelnen Blutkörperchen erfüllte Kanäle gesehen, die oft wirkliche Umbiegungsschlingen bilden, und sich, bei aufmerksamer Untersuchung, rückwärts bis zu einem stärkern Stämmchen verfolgen lassen. Dasselbe Mittel, die weitere Verfolgung nämlich, enttäuscht auch vollkommen, wenn man hier etwa bei schwachen Vergrösserungen rundliche, leere, gelblich aussehende Körper für Ganglienkugeln gehalten hat. An den Verzweigungsstellen dieser feinen Gefässe bilden sich kleine Erweiterungen, die im Compressorium plattgedrückt werden, und öfter eine Kugelform annehmen. Bisweilen finden sich noch Blutkörperchen in ihnen, oder in den nach verschiedenen Seiten hinlaufenden Verästelungen. (Man sehe Figur 3.)

Die in so überwiegender Menge zwischen grauen Röhren befindlichen und eigenthümlich geordneten Capillargefässe, und die Färbung der grauen Röhren (deren Inhalt, wenn er nicht etwa ausgeflossen ist, und in grössern Massen angehäuft dunkel erscheint, eben so klar und durchsichtig ist, wie in den weissen Röhren) rechtfertigen wohl die Ansicht von einem zwischen diesen Gebilden bestehenden Wechselverhältniss. Ich glaube, dass sich hier ein eigenthümlicher Blutbestandtheil vermittelst Imbibition von den Wandungen der Gefässe, in das Neurilem der Nervenröhren begiebt, und die grauröthliche Färbung erzeugt. Dass aber die letztere nicht zufällig, sondern gewiss mit einem bestimmten Zweck, der sich auf die Function bezieht, verknüpft ist, scheint mir ausser allem Zweifel. Den Beweis liefert die daneben liegende weisse Substanz, deren Röhren denselben Bau zeigen, ohne dass sie von den durchtretenden Blutgefässen einen färbenden Bestandtheil aufnehmen. Freilich ist hiermit keineswegs die Verschiedenheit der Function dargethan, noch weniger eine solche erklärt — wie denn überhaupt Erklärungen der Functionen stets Postulate bleiben werden. Aber so viel scheint daraus hervorzugehen, dass zur Unterhaltung der Function die grauen Röhrenmassen einer grössern Menge Blutgefässe und wahrscheinlich eines andern Blutbestandtheils bedürfen, wie die weissen. Ich sage zur Unterhaltung, was so viel heissen soll, wie ununterbrochen fortdauernde Erregung, ohne welche die an materielle Substrate gebundene oder lebende Functionskraft in fortwährender Unthätigkeit verharren würde. — Eine weitere Ausführung dieses Gegenstandes entspricht nicht dem Zwecke dieser Schrift, doch hoffe ich bei anderer Gelegenheit ihn genauer zu entwickeln.

Zweites Kapitel.

Ueber die Organisation oder wahre Structur des Rückenmarks.

(Von *Dr.* B. Stilling.)

War im vollsten Sinne des Wortes die Lehre von dem feineren Bau des Rückenmarks, noch vor einem Decennium, eine wahre Terra incognita, so brachten uns die glänzenden Entdeckungen der neueren Zeit mit Hülfe des Mikroskops zu einer grossen Höhe der Erkenntniss auch in demjenigen Gebiete unsres Wissens, welches auf den feineren Bau des Nervensystems, und zum Theil auf denjenigen des Rückenmarks Bezug hat. — Ich unterlasse hier eine critische Darstellung der jetzt gültigen Ansichten über die feinere Anatomie des Rückenmarkes, da ich nur die neuen Resultate meiner Untersuchungen in gedrängter Kürze zu geben beabsichtige, um so mehr, als wir am Ende unsrer Arbeiten eine critische Darlegung der Untersuchungen unsrer Vorgänger mitzutheilen den Vorsatz haben. Ueberdiess findet sich in den neuesten Handbüchern der allgemeinen Anatomie, wie in den Abschnitten der guten anatomischen Lehrbücher über das Nervensystem überhaupt, das bis jetzt Bekannte; und ich glaube daher um so mehr, mich der historischen Einleitung überheben zu dürfen. — Wenden wir uns also unmittelbar zu meinen eignen Untersuchungen.

1. Abschnitt.

Ueber das gegenseitige Lagerungsverhältniss der Elemente in der grauen und weissen Substanz des Rückenmarkes.

Haben in der neueren Zeit anatomische Untersuchungen den Weg zu physiologischen Entdeckungen gezeigt, wie wir an der glänzendsten von CHARLES BELL über die Nervenwurzeln sehen, so ist es mir vergönnt, ein Beispiel von entgegengesetzter Wirkung zu zeigen, ein solches nämlich, dass physiologische Untersuchungen und die daraus gewonnenen Resultate den Weg zu anatomischen Entdeckungen bahnten. — In meiner so eben erschienenen Schrift über die Functionen des Rückenmarkes*) hatte ich zur Evidenz gebracht, dass ein jedes Stückchen des Rückenmarkes, z. B. ein Vorderstrang aus grauer und weisser Substanz bestehend, so lange es noch mit den von ihm ausgehenden Nervenwurzeln in Verbindung steht, fähig ist, die Functionen der genannten Nerven noch — unabhängig vom Gehirn und übrigen Rückenmarke — so lange zu unterhalten, als das Leben — die Blutcirculation nämlich — in ihm, wenn auch in sehr geschwächtem Grade, unterhalten wurde. — Ich schloss daraus, dass in jeder Abtheilung des Rückenmarkes, welche einem Nervenwurzelpaare entspricht, dass in jedem Stückchen des Rückenmarkes, das aus der Hälfte oder nur aus dem Viertel eines Queerdurchschnitts bestand, und graue und weisse Masse enthielt, eine eigenthümliche Organisation bestehen müsse, durch welche — unabhängig vom Gehirn und dem übrigen Rückenmarke — das eigenthümliche, seinem Wesen nach uns unbekannte, nur durch seine Wirkungen uns erkennbare, Nervenprincip erzeugt, und so lange von Neuem gebildet oder unterhalten wird, als die Circulation des Blutes in demselben fortdauert. — Denn dass die Circulation des Blutes eine unerlässliche Bedingung der fortdauernden Erzeugung des Nervenprincips sei, ging aus anderweiten Untersuchungen genannter Schrift hervor. Auch wusste ich aus anderweit erörterten Versuchen genau, dass das Gehirn mit der Erzeugung des Nervenprincips im Rückenmarke durchaus nicht in causaler Verbindung stand, wenn gleich die Anregungen zur Aeusserung der Kräfte des Rückenmarks im unversehrten Zustande allerdings vom Gehirne aus die bedeutendste Rolle spielte, wie uns das alle Willensbewegungen zeigen.

*) Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarks und der Nerven. Mit specieller Beziehung auf die Abhandlungen VAN DEEN's zur Physiologie des Rückenmarkes etc. Von Dr. B. STILLING. Mit Abbildungen. Leipzig, 1842. Bei Otto Wigand. 8.

Mein Hauptaugenmerk war desshalb darauf gerichtet, zu erforschen: in welchem Verhältniss die einzelnen, dem ersten Blicke schon als verschieden erscheinenden Substanzen des Rückenmarkes zu einander stehen; in welcher anatomischen Verschiedenheit nämlich, da ich deren physiologische bereits klar erkannt zu haben glauben durfte. — Aus meinen Versuchen ging nämlich hervor, dass die graue Substanz nicht bloss der anatomische, sondern der wahre physiologische Kern des Rückenmarks sei, dass durch die graue Substanz sowohl Empfindung als Bewegung eigentlich vermittelt werde, und dass diese Kräfte, welche man bisher eben so der weissen Substanz des Rückenmarks zutheilte, nur gleichsam von der grauen erborgt würden*).

Ich begann also meine Untersuchungen damit, dünne Scheibchen des Rückenmarks, die halb aus grauer, halb aus weisser Rückenmarksubstanz bestanden, unter das Mikroskop zu bringen, und die Richtung, Verbindung, und das Verhältniss der einzelnen Bestandtheile zu beachten, — vor allen Dingen genau die Verhältnisse beider Substanzen an der Grenzlinie zu erforschen.

Hatte ich also durch eine Seitenhälfte des Rückenmarks einen Längsschnitt geführt, und mit scharfem Messer z. B. aus dem hintern grauen und weissen Strang eine dünne Lamelle abgesondert, letztere hiernach auf einer Glastafel dergestalt vorbereitet, dass ich ein viereckiges Stückchen, etwa $1^1/_2$ Linien breit und lang, halb aus grauer, halb aus weisser Substanz der hinteren Rückenmarksstränge bestehend, vor mir hatte, so zeigte sich bei der Beobachtung**) Folgendes:

Der Unterschied der grauen von der weissen Substanz war, wie bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge, so auch bei geringer Vergrösserung***) betrachtet ein höchst auffallender. Die weisse Substanz dunkler, undurchsichtiger; die graue weniger dunkel, durchscheinend, gelbröthlich. — Bei Fortsetzung

---

*) Ich verweise in Bezug auf die speciellen Thatsachen auf meine oben angeführte Schrift über die Funktionen des Rückenmarks, — und auf meine Abhandlung in Roser's und Wunderlich's Archiv für die physiologische Heilkunde, I. Bd. 1. Hft. Tübingen, 1842.

**) Das so präparirte viereckige Stückchen des Rückenmarkes wurde mit einer geraden Staarnadel vorsichtig auf die untere Fläche des Schiek'schen Compressoriums gebracht, und bei vorsichtigster, geringer Compression der Beobachtung unterworfen. — Die Präparation desselben zur viereckigen Form geschah mittelst eines scharfen Messers und einer Staarnadel, mit Hülfe deren Alles ausserhalb des Vierecks Liegende weggenommen wurde.

***) Ich benutzte bei meinen Untersuchungen, zur Vermeidung von Täuschungen, stets zuerst die geringsten Vergrösserungen und ging zu den stärkeren allmählig über. — Bei vorliegender Untersuchung bedienten wir uns der Vergrösserung von 15—90 unsres vortrefflichen Schiek'schen grossen Mikroskops, Ocular Nro. 0. (aplanatisch) Linse Nro. 1=15, + 2=35, + 3=90.

der Compression zeigten sich die Fasern der weissen Substanz parallel neben einander liegend, parallel mit der Axe des Rückenmarkes, also der Länge nach verlaufend; die einzelnen Fasern, wie bereits im ersten Kapitel beschrieben, dick, grob, deutlich erkennbar. — Dagegen liess die graue Substanz noch nichts von ihrer Textur klar erkennen, mit Ausnahme der unverhältnissmässig grossen Menge ihrer Gefässe*), in Vergleich zu denen der weissen Substanz.

Wird nun die Compression ein wenig verstärkt, so sieht man die Faserung der weissen Substanz immer deutlicher, und immer noch sehr deutlich von derjenigen der grauen unterscheidbar. — Aber auch die graue Substanz zeigt sich — schon bei einer Vergrösserung von 15 oder 35 (Ocular Nro. 0. Linse 1+2) — ganz deutlich aus Fasern bestehend, wie im ersten Kapitel bereits angegeben, und zwar aus einer doppelten Lage von Fasern, die in entgegengesetzten Richtungen verlaufen. Ein grosser Theil läuft parallel mit den Fasern der weissen Substanz. Der andere Theil läuft in ganz entgegengesetzter Richtung, in rechten Winkeln mit den Längsfasern der grauen Substanz sich kreuzend, und bis zu den Fasern der weissen Substanz, rechte Winkel mit dieser bildend.

Diese in queerer Richtung gehenden Fasern verlaufen in Bündeln von geringerer oder grösserer Dimension, im Durchschnitt von $^1/_8$ bis $^1/_{16}$ Linie in der Dicke oder Breite, wie die Figur 1. und 2. bei 18—35facher Vergrösserung zeigt, und erscheinen viel dunkler als die Längsfasern der grauen Substanz, dergestalt, dass sie den Fasern der weissen Substanz ähnlich sehen, und man zu dem Glauben veranlasst werden könnte, dass diese queerlaufenden Bündel wirklich aus Fasern der weissen Substanz beständen. Aus den späteren Untersuchungen wird hervorgehen, dass eine solche Annahme nicht statthaft ist. — Den Verlauf der genannten Fasern sieht man in Fig 1. 2. und 3. dargestellt. — *a.* Längsfasern der weissen Substanz; *b.* Längsfasern der grauen Substanz; *c.* Queerbündel der grauen Substanz.

Auf solche Weise fuhr ich nun fort, aus den verschiedensten Stellen des Rückenmarkes dünne Lamellen auszuschneiden, die halb aus grauer, halb aus weisser Substanz bestanden, — und aus allen diesen Untersuchungen ging dasselbe Resultat hervor, dass die graue Substanz aus Fasern besteht, die in

*) Diese Gefässe bilden eine grosse Menge von unregelmässigen Ampullen (sit venia verbo), von Erweiterungen, wie Varicositäten, die bei der Compression den Anschein von durchsichtigen Kugeln gewähren, wie Figur 3. zeigt. Indess die aus ihnen entspringenden, und in sie einmündenden Gefässe lassen bald keinen Zweifel übrig.

einer doppelten und entgegengesetzten Richtung verlaufen. Ein grosser Theil der Fasern (der grauen Substanz) verläuft mit der Axe des Rückenmarkes parallel, und auch parallel mit den Fasern der weissen Substanz; ein andrer Theil läuft in queerer Richtung, parallel mit Queer-Durchmessern des Rückenmarkes, und kreuzt sich in rechten oder schiefen Winkeln mit den Längsfasern der ersten Art.

2. Abschnitt.

Erforschung des ferneren Verlaufs der queerlaufenden Bündel der grauen Substanz.

Der nächste Zweck der Erforschung bot sich natürlich in der genaueren Verfolgung der so auffallenden queerlaufenden Faserbündel, der grauen Substanz dar. — Es drängte sich hier die Frage auf: Endigen die queeren Fasern an der Grenze der weissen Substanz, oder gehen sie in die weisse Substanz ein, und, in beiden Fällen, wie verhalten sie sich?

Es wurde also ein Stückchen des Rückenmarkes, zur Hälfte aus grauer, zur Hälfte aus weisser Substanz bestehend, präparirt, wie im vorigen Abschnitte erwähnt worden, mit dem Compressorium unter das Mikroskop gebracht, und bei vorsichtig verstärktem Druck, wie gleichfalls im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, unter geringer Vergrösserung (35) beobachtet. — Der Druck wurde nun ein wenig mehr, als in den vorhergehenden Untersuchungen, verstärkt, dergestalt, dass die graue Substanz sich an einzelnen Stellen von der weissen loszulösen, zu trennen anfing*). — Hierbei war es ein überraschendes Phänomen, zu bemerken, wie sich die queeren Bündel der grauen Substanz gleichsam aus den Fasern der weissen Substanz herauszogen, wie sie sich deutlich mit den Längsfasern der weissen Substanz kreuzten, und sich unverkennbar eine kleine Strecke weit in die Faserungen der weissen Substanz hinein verfolgen liessen. Die bildliche Darstellung finden wir in Figur 2.

*) Bei plötzlichem, unvorsichtigem Drucke bewerkstelligt sich die Trennung der weissen Substanz von der grauen äusserst leicht, und vollständig, indem die graue Substanz viel zarter, zerreissbarer, weniger dem Drucke Widerstand leistend ist, als die weisse Substanz; es bildet sich alsdann zwischen beiden Substanzen eine Art Kanal, durch welchen der ausgepresste Inhalt der einzelnen Nervenfasern hinwegströmt.

Aber nicht blos die in den queeren Bündeln enthaltenen Fasern kreuzten sich mit den Längsfasern der weissen Substanz, sondern eine unzählige Menge anderer, vorher nicht so klar bemerkter, queerlaufender Fasern der grauen Substanz erschienen jetzt, parallel mit den dunklen Bündeln, gegen die Fasern der weissen Substanz verlaufend, und sich mit ihnen nicht allein kreuzend, sondern tief zwischen die Faserungen der weissen Substanz hinein sich erstreckend. Die Darstellung hiervon ist in Fig. 2. gut gegeben.

3. Abschnitt.

Allgemeine Uebersicht der Lagerung der Fasern in der grauen und weissen Substanz des Rückenmarkes.

Hatte ich nun an einzelnen Theilen des Rückenmarkes die verschiedene Richtung der Fasern erkannt, so mangelte mir eine genaue Uebersicht des ganzen Faserverlaufs im Allgemeinen und Ganzen des Rückenmarkes. — Ich sann daher auf Untersuchung feiner Durchschnitte durch die ganze Dicke dieses Organs. Es gelang mir zuerst an einem mässig gefrorenen Kalbs-Rückenmarke einen äusserst feinen Durchschnitt, also eine höchst dünne Scheibe aus der ganzen Dicke des Rückenmarkes, zu erhalten, und ich brachte solche, zwischen zwei Glasplatten auf das Vorsichtigste sehr wenig comprimirt, unter das Mikroskop. — Bei einer Vergrösserung von 15 (Ocular Nro. 0. Linse Nro. 1.) übersah ich hier auf den ersten Blick den wunderbaren Bau des Rückenmarks, von dem ich vorher kaum eine schwache Ahnung hatte. — Ich sah hier auf das Evidenteste und Klarste den Uebergang, Zusammenhang, und die Verhältnisse der Fasern beider Substanzen des Rückenmarks.

Beginnen wir unsere Betrachtung des so präparirten Rückenmarksabschnitts von dessen Mitte, so finden wir hier eine runde Oeffnung, den Canalis spinalis *). — Ringsum ist derselbe von äusserst zarten Fasern der grauen Substanz umgeben, welche ich später in Bezug auf ihren Lauf und ihre Verbindungen genauer beschreiben werde. — Nehmen wir nun die Figur 7. zur

*) Ich habe dessen Anwesenheit in dem Rückenmarke sämmtlicher Thiere, junger wie alter, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, constatirt. —

Hülfe, und verfolgen die Betrachtung dieses Präparats nach den Hintersträngen zu, so bemerken wir, dass beide graue Hinterstränge aus einer dunklen Masse bestehen, welche durch helle Grenzstreifen von der weissen Substanz der Hinterstränge abgesondert erscheinen. Doch bei genauerer Betrachtung finden wir keineswegs hier eine Grenze der Absonderung, sondern:

Wir gewahren auf das Ueberraschendste, wie die ganze Masse der grauen Hinterstränge im Centrum aus lauter parallel nebeneinander stehenden Faserbündeln zu bestehen scheint, deren Spitzen, an der Grenze der weissen Substanz, centrifugal nach allen Richtungen auseinanderweichen, wie die Speichen eines Rades, und in die weisse Substanz der Hinter- und der Seitenstränge sich hinein begeben. — Die Abbildung stellt dieses zu gut dar, als dass ich eine noch genauere Beschreibung davon zu geben hätte. — Da die Spitze der beiden Hinterstränge sehr wechselt, oft herzförmig, oft halbkreisförmig, oft sehr ausgezogen in einer langen, bis fast an die Oberfläche der weissen Substanz reichenden Spitze sich darstellt, so ist die Form der in die weisse Substanz ausstrahlenden Bündel natürlich sehr verschieden, und wir haben versucht, in der Fig. 4. und 5. diesen Unterschied darzustellen *).

Beide Hinterstränge (von grauer Substanz) verhalten sich in Hinsicht auf die Ausstrahlung ihrer Faserbündel in die weisse Substanz vollkommen gleich. — Aber diese Ausstrahlung und Anordnung der Fasern findet sich nicht blos in den Hintersträngen, sondern die Vorderstränge zeigen uns dasselbe Verhältniss, wenn auch nicht in derselben Form. —

Aus der grauen Substanz der Vorderstränge sehen wir nämlich ebenfalls — in entgegengesetzter Richtung mit denen der Hinterstränge — die Fasern in die weisse Substanz der Vorderstränge sich hinein verbreiten. — Die Art der Verbreitung findet aber hier nicht so regelmässig und so schön Statt, wie bei den Hintersträngen. Vielmehr gehen hier in dicken Bündeln, drei, vier, sechs und mehr Fortsätze der vordern grauen Substanz, wie Keulen gleichsam, durch die ganze vordere weisse Substanz hindurch, bis zu deren Oberfläche hin; und zwischen diesen dicken Bündeln sieht man eine unzählige Masse von kleineren, (aber viel kleineren, als in den grauen Hintersträngen) in die weisse Substanz der Vorderstränge hineinstrahlen, wo sie die mannichfaltigsten Verbindungen, wie das feinste Maschen-Netz, darstellen. — Die genaue Erforschung dieses Faserverlaufs theile ich später mit.

*) Dass hierdurch mit grosser Klarheit sich nun die im ersten Abschnitte bereits erwähnten, queeren Faserbündel deuten lassen bedarf keiner Frage.

Können wir also die graue Substanz des Rückenmarks und deren Faserausbreitungen in die weisse Substanz mit der Sonne vergleichen, die ihre Strahlen nach allen Richtungen (centrifugal) hinsendet, so muss ich noch hinzufügen, dass die grauen Stränge beider Seitenhälften durch eine eigenthümliche Strahlung von Fasern mit einander in Verbindung und Beziehung gebracht werden. — Dieses sind die über und unter dem Canalis spinalis liegenden, queerlaufenden Faserzüge der grauen Commissuren für Vorder- und für Hinterstränge. — Wir sehen nämlich unverkennbar unmittelbar um den Canalis spinalis herum, äusserst zarte Fasern, in kreisförmiger Richtung die Gränze und nächste Umgebung des Kanales bewirken. An diese feinen Kreisfasern aber schliessen sich zwei starke Lagen horizontal laufender Faserzüge aus grauer Substanz an, welche, die eine über, die andre unter (beim Menschen: vor und hinter) dem Kanal, eine genau horizontale Richtung haben, aber nach beiden Seiten, in beiderlei Stränge der grauen Substanz ihre einzelnen Fasern, fächerartig ausstrahlen, nach oben, nach unten, gerade nach aussen u. s. w., und auf solche Weise die mannichfaltigsten Verbindungen bewirken, wovon ich noch später ein Näheres mitzutheilen gedenke. —

Auf solche Weise haben wir nun ein Bild von den Lagerungsverhältnissen der grauen Substanz des Rückenmarkes im Groben genommen, und von ihrem Verhältnisse zu den aus weisser Substanz bestehenden Strängen. — Dass wir von der letzteren, nämlich von der weissen Substanz, bei der Betrachtung des feinen Durchschnittes, die wir eben beendigt haben, keine Fasern gewahr werden, erklärt sich natürlich daher, dass ich nur äusserst feine Queerdurchschnitte aller der Fasern der weissen Substanz unter dem Mikroskop hatte, dergestalt, dass wir also die Lumina der einzelnen queeren Durchschnitte durch die Fasern der weissen Substanz, und deren ausgepressten Inhalt, als gestaltlose oder körnige, dunkle Massen vor uns sahen, nicht aber eine Faser derselben, in ihrem Verlaufe der Länge nach. — Ein Mehreres davon weiter unten. —

Nachdem ich mich nun an einer grossen Menge von dünnen Scheibchen des Rückenmarkes, aus dessen ganzer Dicke mit feinem Messer, an frischem nicht gefrorenem oder gefrorenem Rückenmarke der Queere nach ausgeschnitten, zur Evidenz von der Richtigkeit meiner in diesem Abschnitte gegebenen Ansicht von den allgemeinen Lagerungsverhältnissen der grauen Rückenmarkssubstanz überzeugt hatte, musste ich mich verwundern, dass ich zur Erkenntniss dieser Lagerungsverhältnisse erst des Mikroskops bedurfte, bei der Gelegenheit, als ich einen solchen Rückenmarksabschnitt, zwischen zwei Glassplättchen leicht gepresst,

mit blossen Augen betrachtete. — Denn ich sah hier auf das Schönste und Deutlichste die Strahlung der hinteren grauen Substanz in die Grenze der weissen, so wie die dicken Fortsätze der vorderen grauen Stränge in die weisse Substanz, bis an deren Oberfläche. — Man bemerkt hier die äusserst feine Strahlung zwischen hinterer grauer und weisser Substanz*), die ich mit dem Ansehen vergleichen möchte, den der Zahnschmelz auf seiner Bruchfläche giebt. — Auch sieht man die gelblichgrauen Streifen, welche die vordere graue Substanz durch die weisse hindurch bis an deren Oberfläche sendet. —

Wenden wir uns nun zur Erforschung der feinsten Lagerungs- und Verbindungsverhältnisse der einzelnen Theile des Rückenmarkes.

---

4. Abschnitt.

Untersuchung der feinsten Verbindungs- und Lagerungsverhältnisse der einzelnen Theile des Rückenmarks unter einander.

Hatte ich nun bis hierher das wichtige Factum erkannt, dass die grössere Masse der grauen Rückenmarkssubstanz aus Faserzügen bestand, welche vom Mittelpunkte, dem Canalis spinalis, aus nach allen Richtungen in die weisse Substanz des Rückenmarks, rechte oder schiefe Winkel mit deren Fasern bildend, hineinstrahlte, so musste jetzt mein Hauptaugenmerk darauf gerichtet sein, zu erforschen, welches das Verhältniss der grauen Substanz nach dem gänzlichen Eintritt in die weisse sei; mit andern Worten: wie und auf welche Weise die grauen Fasern in denen der weissen Substanz endigten.

Ich fuhr also fort kleine Stückchen des Rückenmarkes, theils aus grauer, theils aus weisser Substanz bestehend, mit dem Mikroskop zu untersuchen, und die in die weisse Substanz eintretenden Fasern bis an die äusserste Grenze zu verfolgen. — Ich fing hier zwar mit den schwächern Vergrösserungen an, musste aber zu einer solchen von 100 bis 200 steigen, weil die Masse der Fasern, auch

---

*) Diese Strahlung ist innerhalb des etwa $^1/_4$ Linie breiten halbdurchsichtigen Streifs bemerklich, welcher die grauen Hinterstränge einfasst, gleichsam von den weissen Hintersträngen trennt. — Dieser einfassende Streif erscheint halbdurchsichtig, wie gelatinös; und dieses Ansehn kömmt daher, weil hier die Fasern weniger mit einander verwebt sind. Der grösste Theil besteht nämlich aus Längsfasern der hinteren grauen Substanz, die von den queerlaufenden Fasern derselben hinteren grauen Stränge in Bündeln, also nur sehr einfach, gekreuzt werden.

in einem, so kleinen Stückchen so überaus gross ist, dass die geringeren Vergrösserungen den Verlauf der einzelnen weniger gut zeigen, die grösseren aber, wenn auch bei geringem Gesichtsfelde, einzelne Stellen wenigstens deutlicher beobachten liessen. Doch suchte ich die für die Beobachtung passenden Stellen zuerst immer mit den geringen Vergrösserungen von 35 bis 60 aufzufinden, und hiernach erst die Beobachtung mit Hülfe der stärkeren zu verificiren. —

Bei diesen Untersuchungen fand ich nun, dass die Fasern der grauen Substanz, welche in die weisse eintreten, bis zur Peripherie dieser letzteren, also bis zur Peripherie des Rückenmarks hingehen, nachdem sie auf die mannichfaltigste Weise von den Fasern der weissen Substanz durchkreuzt worden sind. — Bei einem sehr schmalen Queerabschnitte des Rückenmarkes erscheint es daher sehr oft, als wenn die Fasern der grauen Substanz an der Peripherie des Rückenmarkes sich in Schlingen umbiegen, und einzelne solche Schlingen lassen sich nicht selten beobachten. (s. Figur 10.) — Indess sieht man viel häufiger am Rande des Schnittes, an der äusseren Oberfläche des Stückchens, woselbst die Pia mater als schmales Streifchen noch ansitzt, dass, bei leisem Druck, aus den allermeisten Fasern der grauen Substanz*) der Inhalt eben so ausfliesst, wie aus solchen, die sicher in ihrer Continuität eine Trennung erlitten haben. (s. Figur 10.) — Hieraus lässt sich also schliessen, dass die grauen Fasern an der Peripherie des Rückenmarks jedenfalls nicht Schlingen bilden, deren beide Schenkel in einer, oder beinahe in einer Ebene liegen; aber es geht mit Sicherheit daraus hervor, dass die Fasern der grauen Substanz bis zur Peripherie des Rückenmarkes, bis an die äusserste Oberfläche der weissen Substanz treten, und hier mit andern grauen Fasern die mannichfaltigsten Kreuzungen eingehen, also ein grosses Netzwerk von Verbindungsbogen oder Maschen und Schlingen mit andern Fasern der grauen Substanz aus anderen Ebenen oder Durchschnittsflächen bilden, die mit Hülfe des Mikroskopes bei dieser Untersuchung nur weniger deutlich zu übersehen sind. —

Ich veränderte daher den Plan meiner Untersuchung über die Endigungsweise der grauen Substanz in der weissen dahin, dass ich eine dünne Schicht von der äussersten Oberfläche der weissen Substanz, der Länge nach wegnahm, und unter dem Mikroskope, bei vorsichtiger Quetschung, betrachtete. — Ich durfte

*) Und dass man nur solche hier vor sich habe, das beweisen die unmittelbaren Verlängerungen derselben, das beweist ihr Ursprung, den man bei schwachen Vergrösserungen alsdann unmittelbar verfolgen kann. —

dabei von der Voraussetzung ausgehen, dass alle Fasern, welche nicht der Länge nach, oder parallel mit der Axe des Rückenmarkes, respective der des ausgeschnittenen Stückchens, verliefen, als Fasern der grauen Substanz angesehen werden mussten, dass ich also hier die Endigungen der grauen Fasern von oben her untersuchte, während ich dieselben bei der vorhergehenden Behandlungsweise von der Seite zu Gesicht bekam. —

Ich fand bei dieser Untersuchung die Fasern der weissen Substanz, parallel mit der Axe des Rückenmarks, wie nicht anders erwartet werden konnte, verlaufend; aber zugleich sah ich, wie eine grosse Menge von queerlaufenden Fasern, die demnach als die letzten Fortsetzungen der grauen Substanz betrachtet werden mussten, die mannichfaltigsten Kreuzungen mit den erstgenannten Fasern bildeten, wodurch ein Netzwerk der complicirtesten Art, die verschiedenartigsten Maschen u. s. w. gebildet wurden *). —

Aber die grauen Fasern verlaufen nicht erst direct bis an die Peripherie der weissen Substanz, um die mannichfaltigsten Verbindungen einzugehen, sondern schon an der Grenze der weissen und grauen Substanz sieht man, selbst bei den schwächsten Vergrösserungen, auf feinen Queerabschnitten des Rückenmarkes, bei etwas verstärktem Druck, wie viele Fasern der grauen Substanz, noch bevor sie in die weisse eintreten, die schönsten Verbindungsbögen bilden, wunderschöne Netze, die einem feinen Gefäss-Netze nicht unähnlich sehen. — In Figur 4. ist dieses dargestellt. Es sind hier nur wenige Fasern der weissen Substanz in dem Netzwerk enthalten. — Es zeigt sich dieses besonders an den grauen hinteren Strängen, welche die Figur auch darstellt. Ausserdem aber setzen die grauen Fasern die mannichfaltigsten Durchkreuzungen der weissen Substanz vor ihrem Eintritt in letztere, bis an die äusserste Peripherie des Rückenmarkes fort. —

In den vorderen grauen und weissen Strängen zeigt sich diess eben so, oft noch deutlicher, weil hier die Masse der weissen Substanz meist grösser ist, mithin auch die Durchkreuzungen durch die Fasern der grauen Substanz hier in grösserem Maasse zu Gesicht kommen. — Figur 5. und 10. geben hiervon eine gute Darstellung. Man sieht, wie oft an der Grenze der weissen Substanz die

*) Wir machen darauf aufmerksam, dass man bei unvorsichtiger Compression, und bei Anwendung starker Vergrösserung gleich von Anfang an, sich leicht Täuschungen aussetzt. — Man zerreisst oft durch unvorsichtigen Druck das Präparat, und hierbei verschieben sich die Längsfasern an der zerrissenen Stelle dergestalt, dass sie, die sie früher eine horizontale Richtung hatten, jetzt eine schräge, endlich gar eine vertikale annehmen, und fälschlich für kreuzende Fasern der grauen Substanz gehalten werden. —

schönsten Bogenformen und Spitzen gebildet werden, wie Säulen und Gewölbe im Kleinen, die die schönsten Bogen tragen. —

Auf solche Weise sehen wir, dass die Fasern der grauen und weissen Substanz sich auf die mannichfaltigste Weise mit einander berühren, vermischen, sich kreuzen, nach allen Richtungen, in den verschiedensten Winkeln, in den verschiedensten Verhältnissen, wie die Figur 7. von einem Queerabschnitte des Rückenmarkes durch die ganze Dicke zeigt. —

Aber: niemals habe ich einen directen Uebergang einer Faser der grauen, in eine der weissen Substanz gesehen. — Beide Systeme von Faserungen haben also die mannichfaltigsten Berührungspunkte untereinander, ohne wirkliche Uebergänge zu bilden.

---

5. Abschnitt.

Genauere Beschreibung der einzelnen Faserzüge im Rückenmarke.

Ich will jetzt genau die Lagerungs- und Grössenverhältnisse der einzelnen Faserzüge der grauen Substanz*) im Rückenmarke betrachten.

Gehen wir hierbei wiederum von dem Mittelpunkte des Rückenmarkes, von dem Canalis spinalis aus. —

1. Unmittelbar um den Canalis spinalis herum, sehen wir einen Ring von Circularfasern der feinsten Art, aus grauer Substanz bestehend, und die Grenze jenes Kanals bildend. — Die Breite dieser Faserlage beträgt im Durchschnitt $^1/_8$ bis $^1/_{12}$ Linie. Der Durchmesser des Kanals ist verschieden, im Durchschnitt aber $^1/_{12}$ bis $^1/_{16}$ Linie. — Die Figur 6. stellt die Ringfasern (90fach vergrössert) vortrefflich dar**). — Ich nenne sie die Ring-Commissur. —

Die äussersten Lagen dieser feinen Ringfasern vermischen sich mit solchen, die nach beiden Seiten hin, nach oben und unten ausstrahlen, wie die Figur 6. und 7. ebenfalls darstellt. —

2. Unmittelbar hinter der, den Canalis spinalis begrenzenden Ring-Commissur, sehen wir eine queer liegende Schicht sehr feiner Fasern, die wie ein

---

*) Die Verhältnisse der weissen Substanz und ihrer Fasern sind einfach; sie bilden stets Fasern, die mit der Axe des Rückenmarkes parallel laufen.

**) Im Canalis medullae spinalis findet man stets eine dunkle, körnige Masse, dem geronnenen Nerveninhalt nicht unähnlich. Ob dieser Inhalt im Leben flüssig ist? Ob ihm eine Wichtigkeit beigelegt werden darf?

Band ziemlich fest mit einander verbunden sind, und unmittelbar an der weissen Substanz der Hinterstränge anliegen, letztere von dem Canalis spinalis gleichsam trennen. — Ich nenne sie die hintere queere Commissur. — Sie liegt an der Ring-Commissur, wie die Tangente an dem Kreise. Ihr Breiten-Durchmesser beträgt im Durchschnitt $^1/_4$ bis $^1/_6$ Linie. — Ihre Fasern gehen nach beiden Seiten in die grauen Hinterstränge beider Seiten über. Der gröste Theil ihrer Fasern bleibt mit einander, wie ein Band, verbunden, bis sie die, in entgegengesetzter Richtung, von unten nach oben, verlaufenden Fasern der grauen Hinterstränge erreicht haben; — wie in Figur 6. und 7. zu sehen ist. — So wie sie aber in die Faserungen der Hinterstränge eintreten, breiten sich ihre Fasern fächerförmig nach allen Richtungen aus, nach oben, nach unten, gerade nach aussen. — Sie lassen sich tief in die sie kreuzenden Fasern der grauen Hinter- und Vorderstränge hinein verfolgen, fast bis an die Grenze der weissen Substanz, der Seitenstränge, u. s. w., wo sie dann die mannichfaltigsten Kreuzungen, Verbindungen etc., wie die übrigen Fasern der grauen Substanz, eingehen. — Figur 7. und 6. zeigt ihren Lauf im Groben sehr gut.

3. Parallel mit der hinteren grauen Commissur läuft, vor dem Canalis spinalis*) eine andre Faserlage, der vorhergehenden im Ansehen ganz gleich, aus eben so feinen Fasern der grauen Substanz bestehend, queer durch einen Theil der Dicke des Rückenmarks. Ich nenne sie die vordere queere Commissur. In Figur 7. und 6. ist dieselbe genau dargestellt. Sie trennt die vordere weisse Rückenmarksubstanz von dem Canalis spinalis. Ihre Fasern bleiben gleichfalls bandartig mit einander verbunden, bis an die Stelle, wo sie auf beiden Seiten mit den sie kreuzenden Fasern der vorderen grauen Substanz zusammentreffen. — Hier treten sie eben so, wie die Fasern der oberen queeren Commissur, fächerartig auseinander, und breiten sich nach allen Richtungen aus, nach oben nach unten, gerade nach aussen, in die Substanz der hinteren wie der vorderen grauen Stränge, die mannichfaltigsten Kreuzungen und Verbindungen hier eingehend. Sie lassen sich tief in die Fasern der Hinter- und Vorderstränge hinein mit Leichtigkeit verfolgen. — Fig. 6. und 7. giebt im Groben davon eine vortreffliche Darstellung. — Ihre Breite beträgt $^1/_6$ bis $^1/_4$ Linie, ihre Länge zwischen den Ausstrahlungen 1 bis $1^1/_2$ Linie.

---

*) Für das Rückenmark des Menschen, in aufrecht stehender Lage, muss es heissen: vor oder hinter dem Canalis spinalis, also; vordere und hintere graue Commissur. Für die Wirbelthiere: obere und untere graue Commissur. —

Die hintere, wie die vordere queere Commissur treten oft, wie das in Figur 7. dargestellt ist, zu beiden Seiten des Canalis spinalis zusammen, und bilden, bevor sie in die seitliche graue Substanz ausstrahlen, anscheinend ein Ganzes, um dann erst gemeinschaftlich nach allen Richtungen auszustrahlen. — Die vor und hinter ihnen liegenden Fasern bilden, in Folge des mechanischen Drucks bei der Untersuchung, verschiedene Formen, Herz-, Halbkreis-, Ei-Formen.

4. Die mit den queeren Commissuren in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Fasern der grauen Hinter- und Vorderstränge bieten bei der genauen Untersuchung folgende Verhältnisse dar: Bei geringer Compression haben sie ein dunkles Ansehen, und die einzelnen Formen lassen sich weniger leicht erkennen, bei stärkerer Compression erscheinen sie in der grauen hinteren Substanz wie parallel neben einander geschichtete Bündel, die an der Grenze der hinteren weissen Substanz — wie bereits oben erwähnt wurde — fächerartig auseinanderstrahlen. Aber bei gradweise verstärkter Compression sieht man auf das Evidenteste, dass die in der hinteren grauen Substanz enthaltenen Bündel theilweise in die vordere graue Substanz eintreten oder bis zu ihr hinreichen, aus ihr gleichsam herauskommen. — Es gelingt oft die Bündel von der äussersten Grenze der grauen Hinterstränge*), bis zu derjenigen der grauen Vorderstränge zu verfolgen. Die Figur 7. giebt theilweise hiervon eine Ansicht.

In der vorderen grauen Substanz sind aber die einzelnen Stränge nicht so gesondert, abgetheilt, wie in der hinteren grauen Substanz. In jener ist Alles mehr ein sehr verworrenes Netzwerk, in dem man nur einzelne gröbere Bündel sieht, und verfolgen kann, wogegen der grösste Theil ihrer Masse ein weit allgemeineres und feineres oder engeres Netzwerk bildet als die Masse der hinteren grauen Substanz. Figur 5. und 7. zeigen dies hinreichend, und geben sehr schön die unzähligen gelblichen Streifen an, welche die weissen Vorderstränge in allen Richtungen durchsetzen, und die nichts anderes als die Fortsätze und Verbindungen der Fasern grauer Substanz innerhalb der weissen sind.

5. Die Längsfasern der grauen Substanz des Rückenmarkes. Haben wir nun bisher unter 1—4 die Queerfasern des Rückenmarkes, welche in gleichen Ebenen, wenn auch in den verschiedensten Richtungen, liegen, betrachtet, so bleibt uns noch übrig von der bei weitem grössern Anzahl von

*) Wenn wir hier von Strängen der grauen Substanz reden, so thun wir das dem Bürgerrechte des Wortes zu Gefallen; denn eigentlich verdient die hintere und vordere graue Substanz nicht den Namen: Stränge.

Fasern der grauen Substanz zu reden, welche mit der Axe des Rückenmarkes, also auch mit den Fasern der weissen Substanz, parallel läuft. Es sind dies die Längsfasern der grauen Substanz, bei weitem die feinsten Fasern des ganzen Rückenmarkes. Sie stehen, im Vergleich zu den Fasern der Commissuren und den übrigen Queerfasern, vertikal, und durchkreuzen sich mit den Fasern der grauen Hinter- und Vorderstränge auf die mannichfaltigste Weise. Bei Queerabschnitten aus der Dicke des Rückenmarkes kann man sie nicht gewahren; denn man würde höchstens die Lumina ihrer queer durchschnittenen Fasern sehen. — Aber bei Längsschnitten, durchs Rückenmark, welche theils graue hintere, theils weisse hintere Substanz enthalten, sieht man diese Fasern mehr isolirt zwischen den einzelnen queerlaufenden dunklen Bündeln der grauen Substanz, parallel mit den Fasern der weissen Substanz laufen; wie Figur 1. und 2. sehr gut zeigen. — Auf solche Weise sehen wir die hinteren und die vorderen Längsfasern der grauen Substanz, die von der Cauda equina bis zur Medulla oblongata, und weiter hinauf bis zum Gehirn, ein Continuum bilden. — Dass die hinteren Längsfasern, wo sie von den queeren in Bündeln gekreuzt werden, ein halbdurchsichtiges, gelatinöses Ansehen haben, wie ein Hornstreif, der die Hinterstränge einfasst, habe ich oben bereits erwähnt.

6. Abschnitt.

Ueber das Verhältniss der Nervenwurzeln zum Rückenmark, in Bezug auf den Verlauf ihrer Primitivfasern.

Das Verhältniss der Nervenwurzeln zum Rückenmarke genauer zu erforschen, musste mir als eine um so wichtigere Aufgabe erscheinen, als die Präparation mit unbewaffnetem Auge durchaus keinen genügenden Aufschluss gewährt*). Auch bieten sich bei der Untersuchung so viele Schwierigkeiten dar, dass es eine grosse Uebung und nicht geringes Geschick erfordert, den Zweck zu erreichen.

*) Die Behauptung mancher Anatomen, die Nervenwurzeln bis in die graue Substanz hinein verfolgt zu haben, und zwar ohne andere Beihülfe, als die der Pinzette und Nadel, (oder mit blossen Augen bei Betrachtung eines Queerdurchschnitts) kann um so weniger Werth haben, als bei dieser Präparation es ungewiss bleibt, woraus der kleine Strang besteht, den man bis zur grauen Substanz verfolgte. — Man ist hierbei gezwungen die weisse Substanz des Rückenmarkes auseinander zu zerren, sie zu zerreissen, und somit zerstört man alle Verbindungen, und hat nicht mehr die ursprünglichen Nervenfasern in dem bis zur grauen Substanz losgetrennten Stückchen, sondern grösstentheils ganz andre.

Ich verfuhr hierbei auf folgende Art: Entweder, ich schnitt eine dünne Scheibe aus der ganzen Dicke des Rückenmarkes mit einer oder mehreren anhängenden Nervenwurzeln ab, — oder ich trennte nur einen Hinter- oder Vorderstrang mit der anhängenden Nervenwurzel (nachdem die Dura mater und die Arachnoidea vorsichtig entfernt waren), und brachte sie mit dem Compressorium unter das Mikroskop. — Oder ich suchte mit grösster Vorsicht die Pia mater abzulösen, und eine oder mehrere Nervenwurzeln unversehert in ihrer Insertion am Rückenmark zu lassen (ein Versuch, der nur schwer gelingt), und dann die mikroskopische Untersuchung vorzunehmen.

Ich fand nach vielfachen, vergeblichen Untersuchungen endlich Folgendes:

Die Primitivfasern der Nerven treten, in sehr schöner Ordnung, in mehreren Reihen (wie im dritten Kapitel von der äusseren Oberfläche erwähnt werden wird) durch die Pia mater hindurch, wie Figur 8. und 9. sehr schön darstellen. —

Sie treten also zwischen die Fasern der weissen Substanz des Rückenmarkes ein, und bieten hier ein verschiedenes Verhalten dar:

1. Einige Fasern treten in gerader Richtung durch die weisse Substanz hindurch, und lassen sich bis tief in die graue Substanz hinein auf das Allerdeutlichste verfolgen. — So sah ich Fasern aus den hinteren Nervenwurzeln bis in die Substanz der vorderen grauen Stränge verlaufen. s. Figur 7.

2. Andre Fasern treten, fast unmittelbar nach ihrem Eintritt zwischen die Fasern der weissen Substanz zu den Fasern eines andern Faserbündels der benachbarten, in's Rückenmark eintretenden Nervenwurzel. s. Figur 8.

3. Andre bilden, bündelweise, Schlingen mit den Fasern der nächsten Nervenwurzeln, wie in Figur 8. ebenfalls theilweise dargestellt ist.

4. Andre zeigen sich auf das Allerdeutlichste als die Fortsetzungen der fächerartig ausstrahlenden Faserbündel der hinteren grauen Substanz. s. Figur 7.

5. Ebenso sieht man, und oft noch deutlicher, an den vorderen Wurzeln, dass sie die unmittelbaren Fortsetzungen der vorderen grauen Substanz sind. Die keilförmigen Fortsätze der vorderen grauen Substanz hängen unmittelbar mit den Primitivfasern der Nervenwurzeln zusammen. s. Figur 8.

Aber bei jeder genaueren Untersuchung kann man deutlich sehen, dass einzelne Primitivfasern der Nervenwurzeln direct durch die weisse Substanz in die graue eintreten, andere dagegen innerhalb der weissen Substanz mit den Fasern andrer Nervenwurzeln die verschiedenartigsten Verbindungen eingehen, und sich mit den Fasern der weissen Rückenmarkssubstanz auf die mannichfaltigste Weise

kreuzen; — dergestalt, dass man klar sieht, wie die so wunderbaren Netze der sich kreuzenden Fasern innerhalb der weissen Rückenmarkssubstanz ebensowohl von den eintretenden Primitivfasern der Nervenwurzeln abgeleitet, als den aus der grauen Substanz ausstrahlenden Queerfasern zugetheilt werden können. — Mit andern Worten: dass die Primitivfasern der Nervenwurzeln nichts Anderes sind als die unmittelbaren Fortsätze der queerlaufenden grauen Substanz des Rückenmarkes*). Vergleiche Figur 4. 5. und 7. 8. 9.

---

7. Abschnitt.

Allgemeine Darstellung der Lagerungsverhältnisse der Fasern im Rückenmarke bei Menschen und bei Thieren.

Betrachten wir nun im Ganzen und Allgemeinen die Anordnung der Bestandtheile des Rückenmarkes bei'm Menschen, so sehen wir also Folgendes:

Die äussere, weisse Masse des Rückenmarkes besteht aus senkrecht stehenden Fasern, von der Cauda equina an bis zur Medulla oblongata**).

Die innere, graue Masse des Rückenmarks besteht dagegen eines Theils aus feineren, horizontal auf einander geschichteten Fasern, welche,

---

*) Hieraus fliesst daher auch die bis jetzt noch nicht möglich gewesene Erklärung, warum das Rükkenmark an den Austrittsstellen der Nerven für die Extremitäten einen auffallend grössern Umfang hat. — Dasselbe nimmt deshalb an Umfang zu, weil eine grössere Anzahl Primitivfasern von Nerven queer durch das Rückenmark hindurchgeht, während die Summe der durchtretenden Primitivfasern an andern Stellen des Rückenmarkes geringer ist. — Aus demselben Grunde aber erklärt sich auch die plötzliche Abnahme des Rückenmarksumfangs von der Lumbar-Anschwellung an gegen die Cauda equina hin — weil nämlich hier die Summe der ein- und austretenden Primitivfasern der Nerven immer geringer wird, immer mehr abnimmt, endlich aufhört. —

**) Das Endstück der Cauda equina besteht bekanntlich aus grauer Substanz. Unter dem Mikroskope zeigt ein feiner Queerdurchschnitt desselben eine interessante einfache Anordnung der Fasern. Sämmtliche Fasern stehen ohngefähr wie die Radien eines Kreises, ohne Beimischung andrer Fasern zu diesen parallel nebeneinanderstehenden. — Diese parallele Lage ist aber die Folge des Druckes, der die vertical stehenden in horizontale Lage bringt. Daher auch die Lage dieser Fasern als parallel bezeichnet werden muss. Alle diese Fasern laufen parallel mit der Axe des Rückenmarkes, sie sind die longitudinalen grauen Fasern. — Der Anfang der weissen Substanz ist nicht wohl mit Sicherheit zu bezeichnen. Desshalb war es uns bis jetzt unmöglich zu bestimmen, wie sich die Anfänge der Fasern der weissen Substanz verhalten, da die Präparation zu schwierig ist. — Aus demselben Grunde bleibt es unklar, wie die weissen und die grauen Fasern von der Cauda equina an nach oben an Masse zunehmen, ob dies durch Ansatz neuer, oder Umschlagen, Verdoppelung u. s. w. der ersten geschieht. —

von Centrum nach der Peripherie, die weisse Substanz auf die mannichfaltigste Weise durchkreuzen, ohne in sie direct überzugehen, mit ihr in einem Continuum verbunden zu sein. Dieser Theil der grauen Substanz bildet vielmehr unter sich die Verbindungen, zeigt sich gleichsam als ein abgeschlossenes Ganzes, in welches die weisse Substanz, wie der Durchschlag eines Gewebes, eingeschoben ist. Andern Theils aber besteht die graue Substanz aus longitudinalen Fasern, die sehr zart und in grosser Menge vorhanden sind. — Sie kreuzen sich mit queeren der ersten Gattung.

Wäre es erlaubt, die queeren Faserzüge der grauen Substanz mit Ebenen oder Platten zu vergleichen, so dürften wir sagen: die graue Substanz besteht eines Theils aus unzähligen übereinander geschichteten, miteinander verbundenen Platten*), durch deren peripherische Theile eine unzählige Menge vertikal stehender Stäbe (weisse Substanz), durch deren centrale Theile eine unzählige Masse feinerer Stäbe (longitudinale Fasern der grauen Substanz) hindurchgesteckt ist.

Bei den vierfüssigen Thieren stehen die Platten senkrecht, im Verhältniss zur Körperstellung, und die Stäbe liegen horizontal.

Durch diese wunderbare Anordnung zweier Gattungen von Fasern, die sich wesentlich nur durch ihre Form oder Dimension, und sonst durch Nichts unterscheiden, werden die Phänomene des Lebens zum grossen Theile hervorgebracht, — wovon die letzte Grundursache uns noch durchaus unbekannt geblieben ist.

Die Nerven sind die unmittelbaren Fortsetzungen jener Platten, und die Stäbe bedingen ihre Gruppirung und Verbindung. (In den Figuren 12. und 13. haben wir durch eine schematische lineare Darstellung das Gesagte anschaulich zu machen gesucht.)

Dieses sind die allgemeinen Verhältnisse der Lagerung der Rückenmarks-Elemente. — Aber eine grosse Verschiedenheit bietet sich wiederum dar in dem Einzelnen, an den verschiedenen Stellen, die zwischen der Cauda equina und dem verlängerten Marke liegen. — Schon der erste Blick auf die Figuren der Durchschnitte zeigt dieses**), und die mikroskopische Untersuchung dieser Stellen bringt das noch mehr zur Evidenz.

---

*) Man wird sicher hierbei an die Platten einer galvanischen Batterie erinnert. Doch, was ist dieser Vergleich gegen den wunderbaren Bau des Rückenmarkes; was ist das electrische Fluidum gegen die wunderbaren Phänomene der Sensation und Bewegung, die hier vermittelt werden?

**) Da Arnold u. A. solche gezeichnet haben, so unterlassen wir, dies hier zu wiederholen. —

Auf solche Weise sehen wir das Verhältniss der zwischen die weisse Substanz eintretenden grauen ungemein wechseln. — So wie sie in den vorderen Strängen in dickeren Bündeln eintritt als in den hinteren, so sehen wir die Massen der grauen Substanz immer mehr in dickeren Abtheilungen sich zwischen die weisse Substanz der Seitenstränge hineindrängen, je näher wir der Medulla oblongata kommen. — Oder, wenn man will, die weissen Fasern schieben sich in dickeren Bündel nach dem Centrum der grauen Substanz, je näher der Medulla oblongata zu das Rückenmark untersucht wird; dergestalt, dass endlich gleichsam wieder ein besonderes System von grauer und weisser Substanz von der ursprünglichen Lagerung der Fasern im Rückenmarke, sich abschnürt, ein Anhang gleichsam neu im Rückenmarke auftritt, wie wir das in der Nähe der vierten Hirnhöhle, den Oliven u. s. w. häufig sehen; — wie endlich immer wieder neue solche Anhänge, Vermehrungen in den Gehirntheilen auftreten, Alles nach demselben, oder mindestens sehr ähnlichem Princip geordnet, wie die Anordnung im Rückenmarke. — Doch hiervon in einem folgenden Hefte. — Ich mache nur einstweilen aufmerksam auf eine gelungene Abbildung eines Queerdurchschnitts aus der Nähe der Medulla oblongata, um das veränderte Verhältniss der grauen und weissen Substanz, in Vergleich mit den aus tiefern Stellen des Rückenmarkes dargestellten, bemerklich zu machen, auf eine Abbildung, sage ich, welche im nächsten Hefte mitgetheilt werden soll.

Anhang.

8. Abschnitt.

Bemerkungen über einige Schlüsse und Desiderate, die aus den vorhergehenden Untersuchungen für die Physiologie hervorzugehen scheinen.

Der auffallend grosse Reichthum an Blutgefässen in der grauen Substanz des Rückenmarkes, in Vergleich mit der weissen, zieht unsere Aufmerksamkeit zu einer nähern Betrachtung dieses Verhältnisses. — Alle Organe unsres Körpers deuten darauf hin, dass grösserer Blutreichthum mit wichtigerer, stärkerer Function zusammentreffe. — Vergleichen wir die Lungen mit dem Knorpel, dem

Knochen oder den Zähnen: und die Bedeutung beider für des Leben steht im Verhältniss mit ihrem Blutreichthum, respective ihren Blutgefässen. — Die Erscheinungen der Erection, die der blühenden Jugend und des welkenden Alters u. s. w. bieten zu ähnlichen Betrachtungen die Hand. Wie aber zu grösserer Gefässturgescenz eine stärkere Nervenaction erforderlich ist, das ist hinreichend bekannt, und das habe ich in einer früheren Schrift (Spinal-Irritation. 1840.) ebenfalls gezeigt. — Ich glaube daher nicht ohne Grund annehmen zu dürfen, dass in der grauen Substanz des Rückenmarkes, durch die ausgedehnte Wechselwirkung ihrer Fasern mit dem Blute, die Erzeugung der Nervenkraft vorzugsweise bewirkt werde. — Wie das geschieht, das ist freilich noch ein grosses Räthsel, dessen Lösung noch ferne, wenn je erreichbar, zu sein scheint. —

Die Versuche an lebenden Thieren zeigen die Beweise für die ausgesprochene Wichtigkeit der grauen Substanz, in Vergleich mit der weissen hinreichend*). —

Ein merkwürdiger Umstand ist nun aber, dass bei gleichen Bestandtheilen und nicht sehr verschiedener Form eine so grosse Verschiedenheit in der Function der hinteren und vorderen grauen Stränge besteht. — Es ist über allen Zweifel erhoben, dass nur die hinteren Stränge empfindlich sind, die vorderen dagegen aller Empfindlichkeit entbehren. — Möge es mir erlaubt sein, die Verschiedenheiten der hinteren und vorderen grauen Stränge mit einigen Worten anzudeuten, um die folgenden Bebauer dieses Feldes auf diese Punkte wenigstens aufmerksam zu machen. —

Die queeren Fasern der hintern grauen Stränge laufen in ziemlich dicken Bündeln gegen die hintere weisse Substanz hin, während die der vorderen grauen Substanz weniger in Bündeln gegen und durch die vordere weisse Substanz hinlaufen. — Die vordere graue Substanz bildet ein viel unregelmässigeres, verflochteneres Gewebe von Fasern untereinander, und auch in der vorderen weissen Substanz sind ihre Verbindungen viel bedeutender, verwobener, als in der hinteren weissen Substanz. — Was von der vorderen weissen Substanz gilt, das gilt ebenso von der weissen Substanz der Seitenstränge; die Strahlungen der grauen Fasern in ihnen sind ausserordentlich durch die Fasern der weissen Substanz unterbrochen, so dass man selten oder nie ein Bündel grauer Fasern

*) S. Untersuchungen über die Function des Rückenmarkes und der Nerven etc. Von Dr. Stilling. Leipzig, 1842. Bei O. Wigand. — Roser's und Wunderlich's Archiv f. d. physiol. Heilkunde. I. Bd. 1. Hft.

durch die weissen Seitenstränge*) so eintreten sieht, wie wir es in den weissen Hintersträngen als Regel gewahr werden. — Vielmehr erscheinen die grauen Fasern in ihnen eben so vereinzelt, von einander separirt, wie an den meisten Stellen der vorderen weissen Substanz. — Dagegen sehen wir die hintere, queerlaufende graue Substanz die dicksten Bündel an die Stellen der Peripherie des Rückenmarkes, respective der hinteren weissen Substanz, senden, da wo die hinteren Wurzeln der Spinal-Nerven eintreten. — An diesen Stellen sind die Bündel der grauen hinteren Substanz am wenigsten von den Fasern der weissen hinteren Substanz unterbrochen, am wenigsten von einander getrennt, am wenigsten vereinzelt. —

Vergleiche ich diese Verhältnisse mit den Resultaten, welche genaue Experimente am Rückenmarke lebender Thiere mir gegeben haben, so möchte ich schliessen, dass die Fasern der weissen Substanz die Empfindung um so mehr hindern, je mehr sie die Bündel der grauen Substanz von einander trennen; dagegen musste ich auf der andern Seite den Schluss zugeben, dass diejenigen Theile des Rückenmarkes, die meiste Empfindlichkeit haben, respective Empfindung vermitteln, deren graue Faserbündel am wenigsten von untermischten Fasern der weissen Substanz unterbrochen, getrennt, durchwoben werden.

Auf solche Weise sähen wir denn das Resultat physiologischer Experimente genau in Einklang mit anatomischen Untersuchungen; und wir könnten es uns nun erklären, warum die Seitenstränge des Rückenmarkes durchaus unempfindlich sind, warum dagegen die Hinterstränge eine so bedeutende Empfindlichkeit zeigen, und warum die beiden Streifen, welche Hinterstränge von Seitensträngen trennen, und welche die Eintrittspunkte für die Nervenwurzeln enthalten, die bei weitem grösste Empfindlichkeit aller Stellen der Rückenmarksoberfläche besitzen. —

Ein Punkt nur wurde hierdurch nicht erledigt. Wir sehen nämlich einzelne Bündel, aus Fasern vorderer grauer Substanz bestehend, schon dem blossen Auge sichtbar, die vordere weisse Substanz durchsetzen. — Obgleich nun hier die Fasern der grauen Substanz nicht durch solche der weissen von einander separirt werden, wie an den meisten übrigen Stellen der vorderen

*) Dass aber eine Abtheilung grauer Substanz, gleichsam ein Anhang der grauen Hinterstränge in die Seitenstränge hinein sich begiebt, gleichsam ein grauer Seitenstrang, an manchen Stellen des Rückenmarkes, das zeigt die Untersuchung im folgenden Hefte. Sobald die erste Wurzel des Nervus accessorius entsteht, sehen wir auch den grauen Seitenstrang.

Rückenmarksstränge, so sehen wir dennoch die vorderen weissen wie grauen Stränge dieses Organs ohne Empfindung, respective die Fortleitung von Reizen zum Gehirn nicht bewirkend. — Vielleicht, — und das ist mir das Wahrscheinlichste — liesse sich der Mangel an Empfindlichkeit der Vorderstränge, trotz der eben besprochenen Anordnung der Fasern vorderer grauer Substanz daher erklären, dass jene durchtretenden Faserbündel, gegen die Mitte der vorderen grauen Substanz hin, so sehr durch Kreuzung, Verwebung mit andern von einander getrennt werden, dass wiederum ein anderes Verhältniss bei ihnen Statt findet, als bei den Bündeln der hinteren grauen Substanz.

Eine andre Verschiedenheit der hinteren und vorderen grauen Substanz (weder in der Form, noch in der Anordnung), ist mir bis jetzt noch nicht bekannt geworden, und darum ist es mir auch noch durchaus dunkel, warum und wodurch es geschieht, dass die Fasern der hinteren grauen Substanz nur in centripetaler Richtung, und die der vorderen grauen Substanz nur in centrifugaler Richtung ihre Action ausüben. — Vielleicht geht aus genaueren anatomischen Untersuchungen der Unterschied der hinteren und vorderen grauen Substanz deutlicher hervor, um mit mehr Sicherheit auf die Verschiedenheit ihrer Function schliessen zu können.

Ob nun die weissen Fasern des Rückenmarkes an und für sich zur Fortleitung von Eindrücken ganz unfähig sind — nehmen wir die Fasern der weissen Hinterstränge zum Beispiel — scheint nach den Experimenten an lebenden Thieren entschieden bejaht werden zu müssen. Denn schneidet man das Rückenmark queer durch, mit Ausnahme der weissen Hinterstränge, so ist alle Empfindung der unter dem Schnitt in's Rückenmark gelegenen Theile erloschen. — Dagegen die Empfindung der gleichen Theile fortbesteht — wenn auch vielleicht nicht mehr in derselben Schärfe — sobald man nur die weissen Hinterstränge queer durchschneidet, und die übrigen Theile des Rückenmarkes unversehrt lässt.

Nun scheint die Lage oder der Verlauf der Fasern in den weissen Hintersträngen sehr einladend für die Meinung, dass diese Theile, welche gleichsam gerades Weges zum Sitz der Seele, zum Vermittlungsorte der Empfindung laufen, auch directe Vermittler der Empfindung sein dürften, um so mehr, als bei unversehrtem Rückenmarke, nach dessen Bloslegung bei einem lebenden Thiere, ein Nadelstich in die weissen Hinterstränge unendlich mehr Schmerz zu machen scheint, als die gleiche Verletzung der hinteren grauen Stränge auf der Fläche eines durch's Rückenmark gemachten Queerdurchschnitts.

Hiergegen ist aber zu erinnern, dass der ersterwähnte Nadelstich die Endfasern der grauen Substanz trifft, wo die Verbindungen der letzteren ungestört sind, während auf einer Durchschnittsfläche schon durch den Schnitt eine bedeutende Störung in den Faserverbindungen der grauen Substanz Statt finden musste. — Daher die grössere Schmerzhaftigkeit eines Nadelstichs in die Hinterstränge (weissen) des unversehrten Rückenmarkes, als in die grauen auf der Fläche eines Queerdurchschnitts. Was aber nun die directe Fortleitung der (peripherischen) Eindrücke zum Gehirn betrifft, so hat man um so weniger Anlass, diese den Fasern der weissen Substanz zutheilen zu wollen, da die graue Substanz einem grossen Theile nach aus solchen Fasern besteht, die mit der Axe des Rückenmarks, also mit den Fasern der weissen Substanz parallel laufen, also in eben so directer Verbindung mit den Gehirntheilen stehen, als die Fasern der weissen Substanz. — Aus diesem Grunde erscheint es mir daher nicht unpassend, auf die Längsfasern der grauen hinteren Substanz, als auf diejenigen Theile des Rückenmarkes hinzusehen, welche die (peripherischen) Eindrücke von unten nach oben leiten, d. h. die zum Bewusstsein gelangende Empfindung vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich, vermitteln.

Mit dieser Annahme stimmt denn auch das Factum überein, dass die Empfindlichkeit des Rückenmarkes unterhalb eines Queerdurchschnitts durch die weisse Substanz der Hinterstränge fortbesteht; — dass dagegen die Empfindlichkeit aller Theile unter einem Queerschnitte erlischt, welcher die hintere weisse und hintere graue Substanz bis zur Mitte des Rückenmarkes (bis zum Canalis medullae spinalis) zertrennt hat.

Von diesen Fragen werden wir natürlich zu der Betrachtung des Verhältnisses geführt, in welchem die beiden Gattungen von Fasern der grauen Substanz zu einander stehen. — Die Längsfasern derselben kreuzen sich mit den Queerfasern in rechten oder fast rechten Winkeln. — Es ist dieses Lage-Verhältniss wahrscheinlich nicht so gleichgültig, als es auf den ersten Blick wohl scheinen möchte. — Indess fehlen uns alle Thatsachen zur genaueren Beurtheilung dieser in die Physiologie des Rückenmarkes so eingreifenden Fragen.

Auch sind wir über die Bedeutung der Fasern, welche im Kreise um den Canalis medullae spinalis herumliegen (Ringcommissur) noch grossentheils in gänzlicher Unwissenheit, in Betreff der ihnen zukommenden Function; und doch mag ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dass grade an dieser Stelle eine höchst wichtige Action Statt zu finden scheint. — Es ist dieses die

einzige Stelle, an der Kreuzung von Fasern nicht Statt findet. Denn niemals konnte ich hier andere Fasern entdecken, als parallele, in einem Ringe zusammenliegende, an dessen Peripherie jedoch die Kreuzung, Vermischung mit anders laufenden Fasern natürlich wieder beginnt. — Auch laufen die Fasern der oberen und unteren (vorderen und hinteren) Commissur, unvermischt mit kreuzenden Fasern, eine kleine Strecke hindurch parallel neben einander, — so lange sie noch in der unmittelbaren Nähe des Canalis spinalis befindlich sind.

Dieser Umstand erscheint mir zu wichtig, als dass ich ihn mit Stillschweigen übergehen sollte. Leider weiss ich mit Wahrscheinlichkeit keine andre Ansicht über die Function der genannten Fasern aufzustellen, als: dass sie die Eindrücke einer Seitenhälfte des Rückenmarkes auf die andre übertragen.

Daher es denn zu erklären ist, warum ein queerer Durchschnitt einer Seitenhälfte des Rückenmarkes — bei unversehrter Seitenhälfte der andern Seite — weder die Empfindung noch die willkührliche Bewegung aller der Theile, die unterhalb des Queerdurchschnitts in das Rückenmark genannter Seitenhälfte liegen, stört oder aufhebt. Ich habe dies in meiner mehrerwähnten Schrift über die Functionen des Rückenmarkes hinreichend bewiesen. — Dieser Umstand beweisst daher, wie die Fasern der queeren Commissuren nicht allein die Zustände ihrer einseitigen Erregungen auf die gleichnamigen Fasern der andern Hälfte des Rückenmarkes übertragen, sondern wie letztere wieder — in zweiter Instanz — die erhaltene Anregung auf die übrigen grauen Queer- und Längsfasern, nach oben und nach unten, weiter verbreiten.

Die Bedeutung des von jenen Fasern der queeren Commissur umschlossenen Canalis medullae spinalis ist mir zur Zeit noch gänzlich unbekannt. — Dass sie aber eine höchst wichtige sei, möchten wir wohl annehmen dürfen. —

Was nun die Längsfasern der grauen vorderen Substanz betrifft, so stellen sie sich hinsichtlich der Vermittlung der willkürlichen Bewegungen in dieselbe Kategorie, in der wir die Längsfasern der hinteren grauen Substanz in Bezug auf Vermittlung der Empfindung sahen. Wir dürfen nämlich annehmen, dass die Fasern der vorderen weissen Substanz mit Vermittelung der Bewegungen überhaupt, vorzugsweise aber mit Vermittlung der Willkür auf die Muskelbewegungen durchaus nichts zu thun haben. — Die Experimente an lebenden Thieren haben mir zur Evidenz erwiesen, dass die vorderen weissen Stränge queer durchgeschnitten werden können, ohne dass dadurch die willkürlichen

Bewegungen der Theile unter dem Queerschnitt aufgehoben werden. — Dagegen ein Queerschnitt, welcher die Längsfasern der vordern grauen Stränge trennt, jeden Einfluss des Willens auf die Bewegung der Theile unterhalb des Schnittes aufhebt. — Und auch ein Schnitt, welcher bei Trennung aller Theile des Rückenmarkes, mit Ausnahme der vorderen weissen Substanz allein, die Communication der weissen vorderen Stränge über und unter dem Schnitt ungestört lässt, hebt dennoch jeden Einfluss der Willkür auf Bewegungen der Theile unter dem Schnitte gänzlich auf. — Darum scheint also die Annahme gerechtfertigt, dass die Kraft des Willens nur von den Längsfasern der vorderen grauen Substanz auf die vorderen Nervenwurzeln und die Muskeln übertragen wird. —

Habe ich nun vielleicht wahrscheinlich gemacht, dass die Empfindung von den Längsfasern der hinteren grauen Substanz, die Bewegung von den Längsfasern der vorderen grauen Substanz zunächst vermittelt wird, so drängt sich die Frage auf: Was bewirken die queeren Faserbündel der grauen Substanz?

Ihr anatomischer Verlauf schliesst zwar nicht eine directe Verbindung mit dem Gehirne, dem Sitze der Empfindung und der Willkür, aus; denn wir dürfen und müssen annehmen, dass die Millionen der queeren Faserlagen, die wir oben mit aufeinandergeschichteten Platten verglichen, gleichsam nur eine einzige unendlich lange Faser bilden, die, in Plattenform geordnet, den Anfang in dem letzten Punkte der Cauda equina, am Eintrittspunkte der letzten Nervenwurzel, und das Ende im Gehirn hat. — Bei unsren schwachen Begriffen würde es uns natürlich als eine Unmöglichkeit erscheinen, dass ein Eindruck auf einen Punkt dieser unendlich langen Faser (die vielleicht Tausende von Meilen lang sein dürfte, wenn sie — mit allen ihren Fortsetzungen, den sämmtlichen Nerven nämlich — auseinander gewickelt und in eine gerade Linie gelegt werden könnte) mit der Schnelligkeit des Gedankens schon den Lauf von dem gereizten Punkte, durch die ganze Länge der Faser hindurch, bis zum Gehirn gemacht haben sollte. — Und, in der That, diese Ansicht wäre weit hergeholt. — Auch würde sie nicht statthaft sein; denn ein Queerschnitt durch die weissen Hinterstränge verletzt schon viele Punkte dieser Faser, wenn auch nur zwei Lagen von Queerfasern von einander getrennt werden könnten, was bei der relativen Grobheit unsrer Instrumente doch nicht der Fall ist. Trotz dem besteht aber die Empfindung aller Theile unter dem Schnitte noch fort. Daraus dürfen wir aber schliessen, dass die unversehrte Continuität der Queerfasern

der Hinterstränge keineswegs zur Vermittlung der Empfindung nothwendig ist. — Ja, wir müssen sogar daraus schliessen, dass die Queerfasern der Hinterstränge *nicht zunächst* die Empfindung vermitteln.

Ein Aehnliches gilt aber nun auch von den queeren Fasern der Vorderstränge. Ihre unversehrte Continuität ist keineswegs nöthig zur Fortleitung des Willenseinflusses auf die vorderen Nervenwurzeln. Denn ein einfacher Queerschnitt durch die vordere weisse Substanz (Vorderstränge) zerstört den Zusammenhang der queerlaufenden Fasern der vorderen grauen Substanz an vielen Punkten, und dennoch besteht die willkürliche Bewegung in allen Theilen unterhalb des Queerschnittes fort. — Wir scheinen also ermächtigt zu dem Schlusse, dass die queerlaufenden Fasern der vorderen grauen Substanz auch nicht *zunächst* zur Vermittlung oder Fortleitung des Willenseinflusses auf die vordern Nervenwurzeln dienen.

Beide eben aufgestellte Schlüsse stimmen aber mit dem Früheren über die Function der vorderen und hinteren Längsfasern der grauen Substanz überein, und gewinnen dadurch um so mehr Wahrscheinlichkeit.

Nun zeigen uns aber anatomische und evidente Thatsachen, dass die queerlaufenden Fasern der grauen Substanz mit den Primitivfasern der vorderen und hinteren Nervenwurzeln unmittelbar zusammenhängen, dass letztere nichts anderes sind, als die unmittelbaren Fortsetzungen jener. — Wir wissen ferner, dass die Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln Vermittler der Empfindungen sind; wir müssen also zugeben, dass die queerlaufenden Fasern der Hinterstränge eine wichtige Rolle haben, und ohne sie, keine Empfindung entstehen würde — wie, ohne Fortsetzungen der Fasern der hinteren Nervenwurzeln, kein entsprechender Theil empfindlich ist. — Darum scheint der Schluss nicht ungegründet, dass die queerlaufenden Fasern der hinteren Rückenmarkssubstanz sich wie *Erreger* für die Längsfasern der hinteren grauen Substanz verhalten; — dass also die Empfindung mittelbar durch die Fasern der grauen Hinterstränge hervorgerufen, angeregt, dagegen durch die Längsfasern der grauen Hinterstränge unmittelbar im Sensorium erzeugt wird*).

*) Könnte anatomische Untersuchung, ausser der blossen Kreuzung der beiden Arten von Fasern, noch eine andre Verbindung, ein andres Verhältniss auffinden, wodurch die Erzeugung jener wunderbaren Function noch deutlicher würde, so würde das ein Triumph der mikroskopisch-anatomischen Forschungen sein. — Uebrigens kann ich mich des Gedankens nicht enthalten, dass sämmtliche Queerfasern des Rückenmarkes nichts andres seien, als die Fortsetzungen der Nervenwurzeln. — Wir müssten uns also die Organisation des Rückenmarkes

Was nun von den Queerfasern der hinteren grauen Substanz gilt, das findet in ähnlicher Weise seine Anwendung auf die Queerfasern der vorderen grauen Substanz.

Haben wir nämlich bei den grauen Hintersträngen die Annahme wahrscheinlich gefunden, dass die Queerfasern zu den Längsfasern in einem Verhältniss der Erregung stehen, so ist es nicht inconsequent zu schliessen, dass eine Erregung nicht bloss von den Queerfasern auf die Längsfasern, sondern auch von diesen auf jene hervorgerufen werden könne. — Ueberdies geben uns Erscheinungen, die wir an lebenden Thieren beobachten, den evidentesten Beweis, dass die hinteren grauen Stränge des Rückenmarkes nicht bloss von unten nach oben, sondern auch von oben nach unten leiten*). — Nun haben wir aber aus dem Vorhergehenden den Schluss gezogen, dass die Leitung nach der Länge des Rückenmarkes nur von den Längsfasern der grauen Substanz unmittelbar vollzogen werde; — und was die Willkür betrifft, so haben wir gesehen, dass sie auch Bewegungen veranlasst, sogar wenn die Continuität der Queerfasern der vorderen grauen Substanz (durch einen Querschnitt in die weissen Vorderstränge) zerstört ist, an einer oder mehreren Stellen. Wir gaben aber ein Verhältniss der Erregung zwischen Längs- und Queerfasern der grauen Substanz zu, dergestalt also, dass Erregung der Längsfasern der vorderen grauen Substanz einen Einfluss auf die mit ihnen in Beziehung stehenden, sich mit ihnen kreuzenden, Queerfasern ausüben könnte. — Wir dürfen also annehmen, dass die Erregung der Längsfasern der vorderen grauen Substanz durch den Willen**) ihrer Seits eine Erregung der entsprechenden Queerfasern der vorderen grauen Substanz erzeugt, und somit auch Erregung der Primitivfasern der vorderen Nervenwurzeln, die weiter nichts sind, als unmittelbare Fortsätze der Queerfasern der vordern grauen Substanz. — Auch hier gilt

---

in folgender Weise denken: Das eigentliche Rückenmark besteht aus zwei Gattungen von Längsfasern, der peripherischen weissen, und der centralen grauen. — Die Nervenwurzeln gehen queer durch diese beiden Gattungen hindurch, und bilden einen Kreis, dessen kleinste Sehne im Rückenmarke, dessen grösster Umfang aber in der Peripherie des Körpers in den verschiedensten Organen liegt, — wie die schematischen Figuren 12. und 13. andeuten.

*) S. meine Abhandlung in Roser's und Wunderlich's Archiv, und meine citirte Schrift über die Functionen des Rückenmarkes etc. 1842. — Auch gehört hierher vielleicht der Umstand, dass wir durch Gedanken, durch Vorstellungen uns angenehme wie schmerzhafte Empfindungen, Frost und dergleichen oft willkürlich erzeugen können. — Die Phänomene der Erection können hier besonders aufklärend sein.

**) Der Wille wirkt nun zwar, wie ich a. a. O. gezeigt habe, auf das gesammte Rückenmark; da aber die Bewegungen unmittelbar oder vorzugsweise nur durch die vordere graue Substanz erzeugt werden, so mag es erlaubt sein, von ihr gesondert zu reden.

dasselbe, was wir oben von den die Empfindung vermittelnden Fasern bemerkten. Könnte anatomische Untersuchung ein Verhältniss finden, was mehr als die blosse Kreuzung der Fasern die Beziehungen der beiden Arten von Fasern der grauen Substanz zu einander aufhellte, so würde das ein nicht minder grosser Triumph der Forschung sein.

Die Queerfasern der vorderen grauen Substanz sind also die Vermittler oder Träger des Willenseinflusses zwischen den Primitivfasern der vorderen Nervenwurzeln; — aber es sind die secundären Vermittler; sie empfangen ihre Erregung von den Längsfasern der vorderen grauen Substanz, die ihrerseits unmittelbar von der Kraft des Willens afficirt werden.

Haben wir nun die Mechanik der willkürlichen Bewegung (sit venia verbo) betrachtet, so liegt es mir jetzt ob, über die Art des Zustandekommens der unwillkürlichen Bewegungen, die man mit dem unpassenden Namen Reflexbewegung belegt hat, genauer, und mit Rücksicht auf die Thatsachen der Anatomie, zu reden.

Ich habe oben auseinandergesetzt, und die Abbildungen zeigen es klar, dass ich von den queeren Fasern der hinteren grauen Substanz unmittelbare Fortsetzungen in die graue vordere gesehen habe. — Der Schluss also, dass Erregung der hinteren grauen Substanz — mechanische, wie jede andre, sogar durch Gedanken — auch Erregung der vorderen, mittelst der genannten, beide Theile verbindenden Fasern zur Folge haben könne, beruht nunmehr auf einem anatomischen Factum. — Auf solche Weise haben wir uns alle sogenannte Reflexbewegungen zu erklären. — Und wenn, in Folge eines Schrecks oder irgend einer andern Vorstellung, unwillkürliche Bewegungen entstehen, so können wir uns deren Zustandekommen dadurch erklären, dass die Affection unsres Sensoriums die vorderen (wie die hinteren) Längsfasern der grauen Substanz des Rückenmarkes — diejenigen, die als Bewegung und Empfindung vermittelnde Theile mit den Centraltheilen (und denen der Sinnesorgane) in engerer Beziehung stehen, — afficirt, und von hier aus die Erregung sich auf die in die vordere und (hintere) graue Substanz sich verbreitenden Queerfasern fortpflanzt. — Die alsdann entstehende Bewegung erklärt sich dann von selbst aus dem oben Mitgetheilten.

Die Wirkung des Schrecks aber auf die Fasern der hinteren grauen Stränge ergiebt sich aus den krankhaften Gefühlen in den sensitiven Nerven unter solchen Umständen, z. B. Kriebeln und andere sogenannte excentrische Erscheinungen der Schwäche in den Gliedern u. s. w.

Ein Problem der allerwichtigsten Art ist nun noch zu lösen: warum nämlich die hinteren Längsfasern der grauen Substanz nur Empfindung, die vorderen nur Bewegung vermitteln? Vielleicht, dass unsre folgenden Arbeiten zur Lösung desselben einen Beitrag liefern.

Ein andrer Umstand ist uns bei diesen Actionen noch unerklärt, das ist, warum die hinteren Nervenwurzeln und ihre peripherischen Fortsetzungen nur centripetal, die vorderen nur centrifugal leiten. — Wir behalten uns genauere Erörterungen auch dieser Verhältnisse für einen anderen Ort vor. —

Aus den gemachten Mittheilungen geht nun ferner eine klarere Einsicht in das Wesen der associirten Bewegungen und Empfindungen, und der sogenannten Irradiation hervor, als die bisherige war. Die Anschauung der vielfachen Verbindungen, welche die Nervenwurzel-Primitivfasern, zum Theil sogleich bei ihrem Eintritt in's Rückenmark, mit den Primitivfasern benachbarter Nervenwurzeln eingehen, und durch die vielfachen Verbindungen und Kreuzungen gewinnen, welche die queeren Fasern der grauen Substanz eingehen, — von denen die Nervenwurzeln doch nur die unmittelbaren Fortsätze sind — macht es uns einleuchtend, wie auf solche Weise die Erregung einer Faser nothwendig zugleich die Erregung vieler andern bedingt, je nachdem die Fortsetzung der hinteren Nervenwurzel in der hinteren grauen Substanz viele oder weniger zahlreiche Verbindungen, Durchkreuzungen eingeht, bevor sie in die graue Substanz der vorderen Stränge übergetreten ist, oder je nach den zahlreichen oder weniger zahlreichen Verbindungen, die sie nach ihrem Eintritte in die vordere graue Substanz eingeht. — Die Verbindungen der ersten Art bedingen die Mitempfindungen; die der zweiten Art die Mitbewegungen. Je nachdem nun diese anatomischen Verbindungen von der Natur normal vorgebildet, oder durch Krankheit verändert, erleichtert, vermehrt oder vermindert sind, erhalten wir die natürlichen Mitempfindungen und Mitbewegungen, = Sympathien, Associationen; oder die krankhaften, = Schmerzen und Krämpfe, — die unter die Kategorie der Irridationen gehören.

Eine der allerwichtigsten Fragen besteht aber darin, wodurch die centripetale Leitung der hinteren Nervenwurzeln in allen ihren peripherischen Fortsetzungen, und die centrifugale der vorderen und ihrer gleichen Fortsetzungen bedingt wird? — Ebenso: wie und wodurch es bewirkt wird, dass ein gleiches, und nie ein umgekehrtes Verhältniss in den vorderen und hinteren Strängen des Rückenmarkes obwaltet? — Ich glaube, dass die Ursache sich noch in dem anatomischen Baue beider Bestandtheile auffinden lassen dürfte, in ähnlicher Art,

wie die Venen ihren Inhalt nicht in centrifugaler Richtung führen, weil ihr Bau sie daran verhindern würde u. s. w. Bis jetzt ist es zwar noch nicht gelungen, irgend eine bedeutende Verschiedenheit in den Primitivfasern der verschiedenen Nervenwurzeln aufzufinden, aber ich gebe darum diese Hoffnung nicht auf, und lebe der Zuversicht, dass mit vollkommneren optischen Instrumenten das bis jetzt Unerklärte sich aufhellen wird. — Beiträge dazu hoffe ich in einem der folgenden Hefte bereits liefern zu können.

Noch Vieles wäre zu besprechen, Vieles genauer auszuführen. — Indessen ich wollte blos eine kurze Andeutung des Einflusses geben, den die anatomischen Thatsachen dieser meiner Untersuchungen auf die zunächstliegenden wichtigsten physiologischen Fragen ausüben müssen. — Eine genauere Darstellung muss ich daher einem andern Orte versparen, der physiologischen Erörterungen gewidmet und nicht zur Veröffentlichung anatomischer Thatsachen bestimmt ist. — Ich wollte vor allen Dingen anregen, und meinen Fachgenossen einige Winke geben, die zu ferneren Aufklärungen unsrer physiologischen Dunkelheit einen — vielleicht nicht ganz nutzlosen — Impuls gewähren möchten.

Drittes Kapitel.

I. Der Bau des Rückenmarkes, mit unbewaffnetem Auge betrachtet.

(Von *Dr.* J. Wallach.)

Hat man sich durch die mikrotomische Zergliederung von den Bestandtheilen des Rückenmarkes und deren Lagerung, wie die beiden vorhergehenden Kapitel sie schildern, eine genaue Kenntniss verschafft, so erscheint nichts leichter, als durch einfache genaue Betrachtung überall den merkwürdigen Bau dieses wichtigen Organes wiederzuerkennen. Bevor ich jedoch näher hierauf eingehe, muss ich vorausschicken, dass die folgende Mittheilung nur als supplirend für das bereits Bekannte, und keineswegs als eine specielle anatomische Beschreibung anzusehen ist. Das aber, was in den vorhergehenden Kapiteln noch nicht enthalten ist, betrifft lediglich die Austrittsweise der Nervenwurzeln aus dem Rückenmarke, die ich bei Untersuchung eines Schaffötus zuerst fand, und an erwachsenen Thieren bestätigte.

Es wurde schon erwähnt, dass die weisse Substanz des Rückenmarkes (vergleiche pag. 2.) in verschiedene Bündel zerfällt. Bedingt wird diese Spaltung, so lange blos vom Rückenmark und nicht von der Medulla oblongata die Rede ist, durch zwei Umstände: — es treten nämlich die in Bündel vereinigten grauen, transversalen Primitivröhren als Wurzeln der hinteren und vorderen Spinalnerven von dem Centrum des Organes aus nach aussen, — und es treten, von dünnen Fortsätzen der Pia mater begleitet, Arterienzweige, die von den Spinalarterien abgehen, in das Rückenmark von aussen nach innen.

Man sieht diese Spaltung an frischem Rückenmark sehr gut, wenn man die Pia mater behutsam entfernt. Deutlicher aber erscheinen die schmalen Abtheilungen oder Bündel und die zwischen dieselben sich einsenkenden Fortsätze der

Pia mater an Präparaten, welche in Weingeist oder sehr verdünnter Chromsäure (1 Theil auf 150 Theile Wasser höchstens) längere Zeit gelegen haben. Der Grund davon ist folgender. Die genannten Flüssigkeiten tränken die eintretenden Fortsätze der Pia mater, diese schwellen etwas auf, nehmen daher einen grössern Raum ein, und treiben dadurch die dicht aneinander liegenden Bündel in grösserm oder geringerm Grade auseinander. Dasselbe thun, freilich im normalen Zustande, die austretenden Nervenwurzeln. Man nahm früherhin an, dass diese in einer geraden Linie an der weissen Substanz angeheftet seien. Dem ist indess nicht so; sie treten vielmehr umgekehrt von innen nach aussen zwischen den longitudinal verlaufenden weissen Nervenröhren so aus, dass die transversalen grauen Röhren, welche zwischen den longitudinalen weissen hindurchgreifen, sich nach mannichfaltigen Krümmungen und Verwicklungen in Bündel vereinigen, welche wiederum transversal zwischen den longitudinalen weissen Bündeln nach aussen treten, und nun, wie bekannt ist, die in dem Ganglion zusammentretenden Nervenanfänge darstellen. Der Austritt aber erfolgt zwischen verschiedenen Längsbündeln und zwar meistens in abwechselnder Reihenfolge. An den Anschwellungen des Rückenmarkes, wo die Arm- und Schenkelnerven abgehen, sind es fünf bis sechs Bündel, welche von den Nervenwurzeln durchsetzt werden, an dem übrigen Theile des Organes hingegen sind es weniger; in der Regel scheinen nur zwei bis drei solcher Austrittslinien vorhanden zu sein. Auch zur Aufnahme der Gefässe und der Fortsätze der Pia mater sind die feinen Spalten nicht überall in gleicher Zahl zu finden; indess scheint hier ebenfalls eine symmetrische Anordnung obzuwalten.

Die Formen, welche die grauen Ausstrahlungen haben, die in weisser Masse eingebettet liegen, sind bekannt, sowohl das anscheinend runde, kolbige Ende der vordern, wie das dreieckige, ausgezackte und durch den gallertartig aussehenden Streif von der weissen Substanz gewissermassen getrennte Ende der hintern Schenkel. Durchschneidet man ein frisches Kalbsrückenmark queer an der für den Austritt der Armnerven bestimmten Anschwellung, so sieht man, wenn das Object schräg gegen die auffallenden Sonnenstrahlen gehalten wird, die büschelförmig aus den vorderen Ausstrahlungen durch die weisse Masse durchtretenden Streifen; es sind dies die zusammenliegenden Primitivröhren, welche die vorderen Nervenwurzeln bilden. Ebenso sieht man, aber noch besser an einem dünnen Queerabschnitt, der gegen das Licht gehalten durchscheinend ist, die mehr in einem breitern Streifen durchtretenden Röhren aus der hinteren grauen Ausstrahlung.

Bei gutgewählten Längsschnitten, die man mit den Fingern weiterhin aufbricht, kann man nun auch im Groben ganz gut die Längsfaserung in der weissen, die queere Furchung in der grauen Substanz erkennen.

Das vorhergenannte Verhalten aber lässt sich vorzüglich schön an alten Präparaten darstellen, die mit gewissen chemischen Stoffen behandelt wurden. Ich habe zu Anfang meiner Untersuchung Weingeist, Chromsäure, Bleizucker, Alaun, Kochsalz, salpetersaures Silber, arsenige Säure, doppelt Chlorquecksilber, Tannin und Kreosot auf Rückenmark einwirken lassen, und bewahre von den meisten noch jetzt sehr schön gehärtete Exemplare auf. Die meisten dieser Stoffe verhindern freilich nur den Eintritt der Fäulniss, und lassen dadurch den Röhrenbau mehr oder minder unversehrt. Um aber die früher unerkannte Verbindung zu entdecken, bedurfte es der Queerschnitte des frischen Rückenmarkes; die Versuche mit chemischen Einwirkungen ergaben negative Resultate.

Um aber mit Leichtigkeit Jedem die gröbere Structur nunmehr deutlich zu machen, kann ich besonders die (zwei bis drei Monate) in Sublimatlösung und in Lösung von salpetersauerm Silber gelegenen Präparate empfehlen. Erstere härtet bekanntlich Gehirn und Rückenmark sehr gut, nur ist die beim Durchschneiden mit Stahlinstrumenten entstehende schwarze Färbung (Chloreisen) etwas störend. Die weisse Rückenmarksubtanz zeigt sich gelblichroth, die graue aber heller, milchgrau; beide sind scharf und schön gezeichnet, und die strahlenartige Verbindung zwischen beiden ist sehr leicht zu erkennen. — Das salpetersaure Silber färbt die weisse Rückenmarksubstanz intensiv braun (Verbindung organischer Substanz mit metallischem Silber), die graue wird fast ganz schwarz *). Beide sind gut gehärtet, und lassen sich zu dünnen Scheiben queer durchschneiden. Der Durchtritt der grauen durch die weisse Substanz ist ganz besonders deutlich. — Auch an Weingeistpräparaten lässt sich, wiewohl weniger scharf, dasselbe beobachten. Die letztern aber bieten ausserdem ein Hülfsmittel dar, um mit Schnelligkeit bei Vorträgen über die Anatomie des Nervensystems den Zuhörern die deutlichste Vorstellung vom Bau des Rückenmarkes zu geben, worüber hier noch einige Worte.

*) Die constante Farbenveränderung der beiden Substanzen durch chemische Einwirkung kann zur Unterstützung der am Ende des ersten Kapitels aufgestellten Ansicht von der Bedeutung der vielen feinen Blutgefässe zwischen den transversalen grauen Röhren dienen. Wäre hier nicht wirklich eine Durchdringung mit einem eigenthümlichen Blutbestandtheil die Ursache der Färbung, so müsste sich bei der Aufbewahrung der Präparate die Farbe verlieren, d. h. das Blut sich seiner Schwere nach senken, wie in andern Gefässen. Ich fand aber in allen Fällen bei der verdünntesten Chromsäure, in der Bleizuckerlösung, beim Tannin und überall stets den Unterschied im Aussehen der genannten Theile.

II. Mikroskopische Resultate an künstlich gehärtetem Rückenmarke.

Bringt man möglichst dünne Queerabschnitte des in Weingeist gut gehärteten Rückenmarkes mittelst des Compressoriums bei mittlern Vergrösserungen unter das Mikroskop, so sieht man die transversalen Primitivröhren der grauen Masse in Zusammenhang von innen nach aussen verlaufen, dahingegen erscheinen die weissen Primitivröhren (hier braungelb durch Einwirkung des Weingeistes), welche durch den Queerschnitt als äusserst kurze und aufrecht stehende Fragmente zu denken sind, in Form von lauter kleinen Kreisen mit dunklerm Rand. Es sind dies die ihres Inhaltes beraubten, hohlen Scheiden der longitudinalen Primitivröhren *), ähnlich einem queer durchschnittenen Strohbündel. Man vergleiche hierüber den zweiten Abschnitt des ersten Kapitels. Dass aber hier keine Täuschung Statt findet, beweist, ausser der ganzen Darstellung im zweiten Kapitel, das Vorhandensein von Krystallen eigener Art in allen Weingeistpräparaten, selbst wenn der Weingeist erst zwei bis drei Tage lang eingewirkt hat. Man sieht tafelförmige rhombische Krystalle, die bekannte Form der krystallisirten Cholesterine, die einen wesentlichen chemischen Bestandtheil der Nervencentren ausmacht. Der Weingeist veranlasst eine chemische Trennung der Bestandtheile; die Primitivröhren verlieren, ohne dass sie selbst zerstört werden (wenigstens behalten die neurilematischen Scheiden ihre Form) einen Theil ihres Inhalts, und erscheinen daher hohl. Ich fand an einem mehrere Monate hindurch ungestört stehen gebliebenen Weingeistpräparat die Cholesterinekrystalle an dem den Boden des Glases berührenden untern Ende in solcher Menge, nach aussen angelagert, dass eine mechanische Senkung derselben aus dem Rückenmark wohl nicht zu bezweifeln war **).

Auch die in Sublimat gehärteten Stücke lassen sich in dünnen Queerscheiben zur Darstellung des zweifachen Verlaufes der Primitivröhren benutzen, doch ist das Bild hier nicht so klar, wie an jenen. Auch hier ist ein chemischer Vorgang (Verbindung des Eiweisses mit dem Sublimat) die Ursache der hohl erscheinenden Primitivröhren.

---

*) Deren Lumina uns hier offen entgegentreten.

**) Ich fand in dem Grenzstrange des Sympathicus bei Kaninchen, und zwar im frischen Zustande eine Art von Krystallen, die den Kalkkrystallen in der Nähe der Spinalganglien bei Fröschen ähnlich waren. Doch mag hier wohl die Krystallbildung von einer durch den Tod bedingten chemischen Zersetzung entstehen.

Das in Weingeist gehärtete Fisch- und Vogelrückenmark ergab im Ganzen dieselben Resultate.

Eine andere Art der künstlichen Härtung des Rückenmarkes liefert uns der Frost. Ohne dass ich die Versuche älterer Schriftsteller hierüber kannte, und bevor ich Bergmann's Abhandlung in Müller's Archiv gesehen hatte, sprach ich den Vorsatz aus, das bessere Gelingen feiner Queerabschnitte an gefrorenem Rückenmarke zu versuchen. Da ich aber kalte Witterung nicht benutzen konnte, so versuchte ich bei eingetretenem Thauwetter den Frost durch chemische Mischungen. Schnee mit Kochsalz im Winter, oder im Sommer Salzsäure mit schwefelsauerm Natron eignen sich am besten dazu. Es gelang mir mit diesen Mitteln (in einem weiten Glascylinder, in den man die zu härtende Substanz ebenfalls in einem Glasgefäss einsetzt) aufs bequemste, neben dem Mikroskop Rückenmark gefrieren zu lassen, und zwar um vieles besser als durch die Methode, in freier Luft die kalte Temperatur zu benutzen, weil ich willkürlich jeden Grad von Frost abwarten konnte. Man hat sich indess vor den stärkern Graden desselben zu hüten, indem die im Innern des Rückenmarkes entstehenden Wasserkrystalle eine gewaltsame Sprengung der Primitivröhrenbündel bewirken. Die einzige brauchbare Methode ist die, dass man, sobald das Rückenmark die geeignete Härte erlangt hat, es aus der Kältemischung nimmt, und sogleich einen dünnen Abschnitt im Compressorium der Untersuchung unterwirft. Besonders gute Dienste leistete das von mir angegebene Instrument, dessen Beschreibung den Schluss dieser Abhandlung ausmacht.

III. Ein einfaches Compressorium zum Gebrauche bei mikroskopischen Untersuchungen.

Die bisher gebräuchlichen Compressorien haben theils eine sehr complicirte Einrichtung, theils den Fehler, dass das zu untersuchende Object nicht leicht mit Sicherheit von ihnen festgehalten wird, sondern sich leicht verschiebt. Sodann sind die dasselbe aufnehmenden Glasplatten nicht gross genug, und die Benutzung des in die Oeffnung des Objectentisches jedesmal einzusetzenden Instrumentes erfordert beim Oeffnen und Schliessen einen bei mikroskopischen Arbeiten sehr unangenehmen Zeitverlust.

Das Princip, welches mich bei der Construction des hier zu beschreibenden Instrumentes leitete, besteht darin, dass zwei horizontale Flächen durch einen einzigen perpendikulären Druck einander genähert werden. Der zwischen beide Flächen gelegte Gegenstand muss daher eine allmählige und völlig gleichmässige Pressung erfahren. Der Zweck wurde auf folgende Weise erreicht.

Zwei horizontal gearbeitete Messingplatten *a.* und *b.* (man vergleiche Figur 14. und 15.) von ohngefähr drei Zoll Länge und einem Zoll Breite (der Form zu Gefallen wurden die Breitenverhältnisse modificirt), die an ihrem vordern Ende einen Ring *cc.* zur Aufnahme festliegender Glasplatten bilden, werden durch einen starken Schraubencylinder *d.*, der sie an einem entsprechenden Punkte *ee.* perpendikular durbohrt, dergestalt festgehalten, dass der Schraubencylinder *d.* in der untern Messingplatte in *e.* unbeweglich eingesenkt ist, in der obern hingegen, in *e.* so viel Spielraum behält, dass sie sich um ihn wie um ihre Axe in einer horizontalen Ebene herum bewegen kann. Die Messingplatten werden durch eine starke Feder *f.*, die von unten nach oben wirkt, auseinandergehalten. Der feste Punkt dieser Feder liegt an der hinteren Endigung der unteren Messingplatte in *g.*, — einer Schraube, die nach oben einen genau in die Oeffnung *h.* der oberen Messingplatte passenden Stift bildet. So lange blos die Feder wirkt, erreicht dieser Stift die obere Platte nicht, und diese kann, wenn zur Aufnahme eines zu pressenden Gegenstandes die untere Glasscheibe entblösst werden soll, in einem Halbkreis um ihre Axe gedreht werden. Hat man den zu untersuchenden Körper also auf die untere Glasplatte gelegt, so bringt man durch die kreisförmige horizontale Bewegung der oberen Messingplatte die frühere parallele Richtung beider Platten wieder hervor; mit andern Worten, man schliesst das vorhin geöffnete Instrument. Nun aber müssen die Messingplatten in vertikaler Richtung einander genähert werden. Dies bewirkt die auf dem Cylinder *d.* angebrachte, grössere Schraube *i.*, welche von oben nach unten bewegt wird, so dass die plangeschliffenen Glasscheiben den betreffenden Gegenstand stärker oder schwächer, und zwar gleichmässig von allen Punkten her, zusammendrücken. Hierbei tritt der in der unteren Messingplatte befindliche Stift *g.* in die entsprechende Oeffnung *h.* der oberen Platte ein, und hält dadurch beide in ihrer parallelen Richtung fest.

Um dem Instrument eine grössere Stätigkeit zu geben, namentlich um das Lockerwerden der oberen Messingplatte zu verhüten, wenn die zur Aufnahme des Schraubencylinders *d.* bestimmte Oeffnung sich mit der Zeit etwa erweitern sollte, ist die obere Messingplatte durch einen Schnitt *k.* so gespalten,

dass sie federt. Sie zerfällt dadurch gleichsam in zwei Hälften, die durch eine horizontal gehende Schraube *l.* mehr oder weniger eng aneinander, respective durch eine Art Hülse (man sehe die Abbildung) an den Schraubencylinder angedrückt werden können. Sollte sich also die genannte Oeffnung durch die anhaltende Reibung allmählich wirklich erweitern, so ist sie durch die Schraube *l.* immer reducirbar. Will man das Instrument zur Aufnahme des Objectes öffnen, so schraubt man deshalb auch, um leichtere Beweglichkeit zu bewirken, bei *l.* ein wenig zurück.

Noch ist eines sogenannten Anschlagestiftes *m.* zu erwähnen, der den Nutzen hat, vor dem Zusammenschrauben der oberen und unteren Platte ihnen die parallele Richtung, wobei sich der Stift *g.* der unteren in die Oeffnung *h.* der oberen Platte einstellen muss, mit grösserer Bequemlichkeit zu ertheilen. Er verhindert nämlich das seitliche Ausweichen oder horizontale Verschieben der Platten, ehe sie durch den zweiten festen Punkt bei *g.* in der bestimmten Richtung fixirt werden*).

Aus der Abbildung wird die Einfachheit dieses Compressoriums am besten einleuchten. Seine Aufstellung bedarf keiner besondern Anweisung; es ist für jeden Objecttisch geeignet, weil es eine horizontale Basis hat; es lässt sich dadurch unter dem Mikroskop hin und herschieben; da aber auch die Glasscheiben sehr gross sind (an dem hier abgebildeten, das für den Oberhäuser'schen Objecttisch bestimmt ist, beträgt ihr Durchmesser einen Zoll), so erhält man durch beides den Vortheil, dass man eine bedeutende Länge des Objectes ohne Unterbrechung mit dem Auge verfolgen kann. Die Hauptsache bei diesem Apparat ist die gleichmässige und vollkommen plane Beschaffenheit der Glasplatten und eine gewisse Stärke der Metallarbeit.

*) Der Mechanikus Schatten in Cassel verfertigt das Instrument in sauberer Arbeit.

Zur Erläuterung der Abbildungen.

Figur 1.

(*Vergrösserung* 18.)

Eine der Länge nach aus der hintern Hälfte des Rückenmarkes genommene dünne Schicht, die zum Theil aus weisser, zum Theil aus grauer Masse besteht. Man sieht bei *a.* die longitudinalen weissen Röhren; *b.* die longitudinalen Röhren der grauen Substanz; *c.* die queerlaufenden, die Längsröhren durchkreuzenden grauen Röhren, welche als Fortsetzung oder als die Enden der hinteren Nervenwurzeln zu betrachten sind. Bei der geringen Vergrösserung und der leichten Pressung des Objectes lässt sich die Structur der dicht aneinanderliegenden Röhren hier nicht erkennen. Die hellern, durch das Pressen etwas vergrösserten Zwischenräume sind von sehr zarten grauen, halbdurchsichtig gewordenen longitudinalen Primitivröhren der gelatinösen Substanz erfüllt.

Figur 2.

(*Vergrösserung* 35.)

Dasselbe Rückenmarkstück bei stärkerer Pressung. Wegen der stärkeren Vergrösserung erscheint aber das Sehfeld kleiner, daher auch hier nicht die ganze Länge des Objectes gezeichnet wurde. Man sieht hier die Lagerungsverhältnisse der longitudinalen und transversalen Primitvröhren sehr deutlich. Die Buchstaben *a. b. c.* wie in Figur 1.

Figur 3.

(*Vergrösserung* 60.)

Eine ähnliche Schicht, aber aus der vorderen Hälfte des Rückenmarkes. Während in den beiden vorherigen Abbildungen die Kreuzung der weissen Röhren mit denen der hinteren grauen Stränge gezeigt wurde, sieht man hier eine etwas verschiedene Durchkreuzung der weissen Röhren mit dem vorderen grauen Strange. Ausser dem Unterschied, dass hier die transversalen Röhren *c.* nicht in so starken Bündeln, wie bei Figur 1. und 2. hindurchtreten, sondern sich mehr vereinzelt, aber ebenfalls in grosser Menge mit den longitudinalen weissen *a.* und grauen Primitivröhren *b.* kreuzen, sieht man hier ein Capillargefäss *d.* mit seinen Verzweigungen die graue Substanz durchsetzen. Die hellern rundlichen Stellen sind die breitgedrückten Winkel, welche die abgehenden Aestchen der Capillargefässe bilden, die im zweiten Kapitel Ampullen genannt wurden.

Figur 4.

(*Vergrösserung* 90.)

Hinterer grauer Strang in seiner Verbindung mit hinterer weisser Substanz. Aus einem Queerschnitt. Die Grenze zwischen beiden Substanzen sieht man in den hellen Räumen zwischen den Zacken und Bündeln der grauen transversalen Röhren. Diese gehen nämlich von der Mitte bündelweise und in mannichfaltiger Verwickelung durch die hellere weisse Grenze (gelatinöse Substanz) zwischen den Längsröhren der weissen umhüllenden Masse hindurch in die hinteren Nervenwurzeln (oder vielmehr umgekehrt, von diesen in das Centrum des Rückenmarkes) über. Man sieht in der (unter dem Mikroskop undurchsichtigen) weissen Substanz dunklere mit den Ausstrahlungen der grauen Masse zusammenhängende Streifen und Bündel; es sind dies die unmittelbaren Uebergänge zu den Nervenwurzeln.

Figur 5.

(*Vergrösserung* 90.)

Halbschematische Darstellung des vorderen grauen Stranges in seiner Verbindung mit der umhüllenden weissen Substanz Es wurde nämlich, und bei Figur 4. ebenfalls, eine dünne Queerscheibe des Rückenmarkes aus der Stelle, wo die Nerven für die oberen Extremitäten abgehen, stark gepresst, und bei der angegebenen Vergrösserung gezeichnet, indem eine Stelle nach der andern unter die Objectivlinse geschoben wurde, so dass die graue Ausstrahlung vollkommen, von der weissen Masse aber nur so viel zu sehen ist, als zum Verständniss erforderlich schien. Man erkennt die feinen Bündel und Fäden der grauen Röhrenmassen, die aus dem Centrum kommend, die weissen longitudinalen Röhren, die sich hier mit ihren durchschnittenen Lumina darstellen, durchsetzen, und so in die vorderen Nervenwurzeln übergehen.

Figur 6.

(*Vergrösserung* 90.)

Wie in dieser Figur das Centrum des Rückenmarkes, der Canalis spinalis mit seinen Commissuren, Ringcommissur, vordere und hintere graue Queercommissur, dargestellt ist, so ergibt sie auch die Verbindung von hinterem und vorderem grauen Strang. Sie gehört zu den beiden vorhergehenden Abbildungen, und ergänzt dieselben. Man ersieht den Zusammenhang noch besser in der folgenden Uebersichtsfigur.

Figur 7.

(*Vergrösserung* 55.)

Eine vollständige Queerscheibe des Rückenmarkes. Es bedarf hier keiner weitern Bezeichnung. Canalis spinalis, Ringcommissur, vordere und hintere graue Commissur, graue Vorder- und Hinterstränge, gelatinöse Substanz, weisse umhüllende Substanz mit ihren grossen Spalten, Durchtritt der Nervenwurzeln und ihr Zusammenhang mit den grauen Ausstrahlungen ergeben sich von selbst.

Figur 8.

(*Vergrösserung* 110.)

Stellt den Durchtritt der Nervenwurzeln in die vordere graue Substanz dar. Von den am Rande der umhüllenden weissen Masse angegebenen Nervenwurzeln, in welchen man die Primitivröhrenbündel erkennt, und die von der als Falte sich überlegenden Pia mater beim Eintritt bedeckt werden, strahlen in den mannichfal-

tigsten Richtungen die sich trennenden Wurzelbündel zwischen die grauen Massen hindurch, theilen sich auch hier wieder in feinere Bündel und vermischen und verwickeln sich untereinander so eng, dass, ohne Zerstörung des Objectes vermittelst der stärksten Compression, die einzelnen Faserzüge sich nicht deutlich darstellen lassen. Die Zeichnung ist, wie man sieht, aus einem Queerschnitt entnommen.

Figur 9.

(*Vergrösserung* 110.)

Durchtritt der Nervenwurzeln zur hinteren, grauen Substanz. Man sieht auch hier wieder die Falte der Pia mater, welche die eintretenden Wurzeln am Rande bedeckt. Die Anordnung der Faserzüge ist hier nicht so einfach wie am Vorderstrang, es spalten sich die Wurzelbündel sogleich beim Eintritt in die weisse Substanz mehrfach, und gehen so in verschiedenen Windungen und Richtungen nach der grauen Masse hin. Dass auch hier wieder ein Queerschnitt benutzt wurde, bedarf so wenig einer besonderen Erwähnung wie die übrigen von selbst sich ergebenden Verhältnisse dieser Figur.

Figur 10.

(*Vergrösserung* 35.)

Zeigt bei sehr starker Compression an einem äusserst dünnen Queerdurchschnitt, wie die einzelnen hier sehr deutlichen grauen Röhren, welche die Centralenden der Nervenwurzeln darstellen, in solchen Biegungen laufen, dass sie nicht selten in der umhüllenden weissen Substanz Schlingen zu bilden scheinen. Man sieht den begrenzten Rand und den nach aussen getretenen Inhalt der durchschnittenen Primitivröhren.

Figur 11.

Ein Stück Kalbsrückenmark in natürlicher Grösse, um zu zeigen, wie die einzelnen Nervenwurzeln bei ihrem Ein- oder Austritt aus verschiedenen Theilen des Rückenmarkes hervortreten.

Figur 12.

Schematischer Queerdurchschnitt durch das Rückenmark. Die transversalen grauen Fasern zeigen sich als die Fortsetzungen der Nervenwurzeln, die longitudinalen weissen und grauen sind durch Punkte angegeben.

Figur 13.

Schematische Darstellung der longitudinalen und transversalen Röhren aus einem Längsstück des Rükkenmarkes. Man sieht die hinteren Nervenwurzeln an der Oberfläche; ihr Durchtritt in die graue Substanz und der Austritt der vorderen Wurzeln aus derselben ist vermittelst punktirter Linien angedeutet.

Figur 14.

Das im dritten Kapitel näher beschriebene Compressorium von der Seitenansicht.

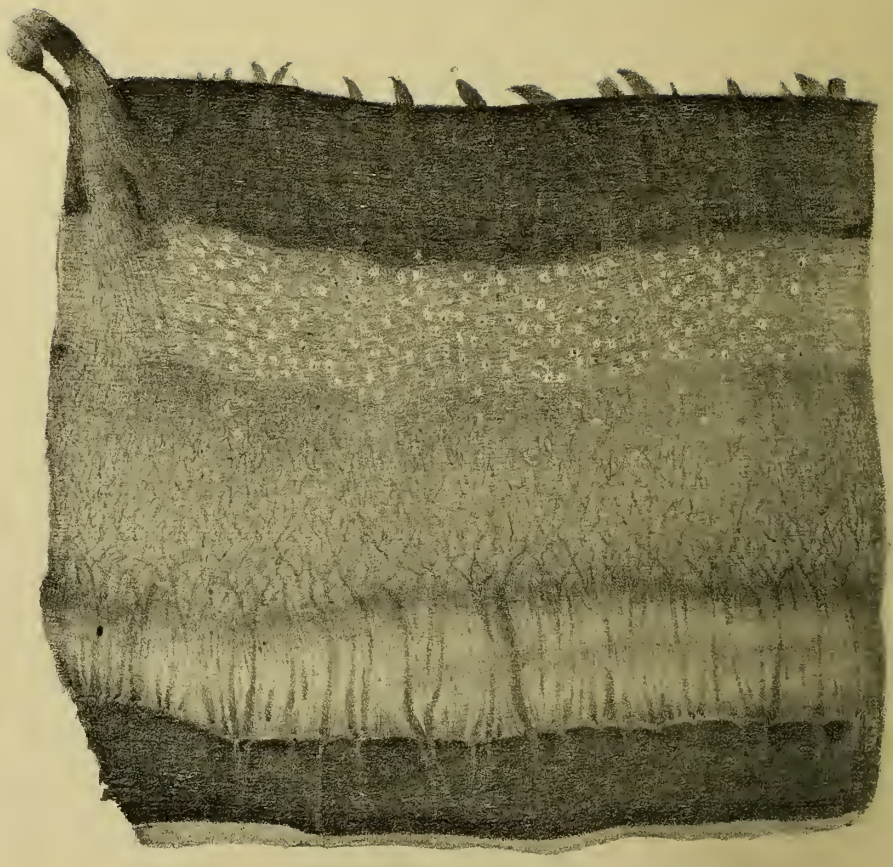
Figur 15.

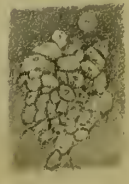
Dasselbe Instrument von oben betrachtet, und zwar während es geöffnet ist, um ein Object auf die untere Glasplatte legen zu können.

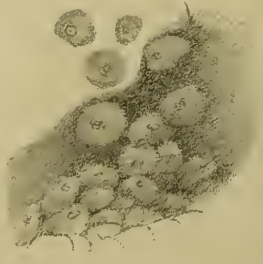
Figur 16.

(*Vergrösserung* 55.)

Ein Stückchen aus einem grauen Vorderstrang des Kalbsrückenmarkes, um die merkwürdige Form zu zeigen, welche die gequetschten Capillargefässe, aber nur in der vorderen grauen Ausstrahlung, darstellen. Man könnte sie, besonders im Kalbsrückenmark, wo sie zahlreicher als im Rückenmark erwachsener Thiere zu sein scheinen, mit Ganglienkugeln verwechseln. Jedoch ihr Zusammenhang mit Blutgefässen überhebt alles Zweifels. Man sieht, was sich in dieser Abbildung nicht gut wiedergeben lies, in den Stämmchen sowohl, wie in den hier hell erscheinenden Erweiterungen oder Säckchen, bei starker Vergrösserung die rothen Blutkörperchen. Auch an Präparaten, welche mehrere Monate lang in einer Alaun- oder Bleizuckerlösung gelegen haben, lassen sich (wie auch die Structur der Primitivröhren noch ganz genau und scharf erkennbar ist), diese unregelmässig rundlich-eckigen Stellen, in welchen man die Spuren geronnenen Blutes deutlich wahrnahm, leicht bis zu stärkeren Gefässstämmchen verfolgen. Auffallend ist, dass diese Form in der hinteren grauen Substanz fehlt. Man vergleiche übrigens den Schluss des ersten Kapitels und einige Bemerkungen über die ampullenförmigen Gefässerweiterungen im zweiten. Zur deutlichen Darstellung des Bildes ist eine starke Compression des Gegenstandes nothwendig, eine schwache Vergrösserung aber erleichtert den Ueberblick und giebt durch den kleinern Umfang des Sehfeldes eher Sicherheit über den Zusammenhang mit den Gefässstämmchen.







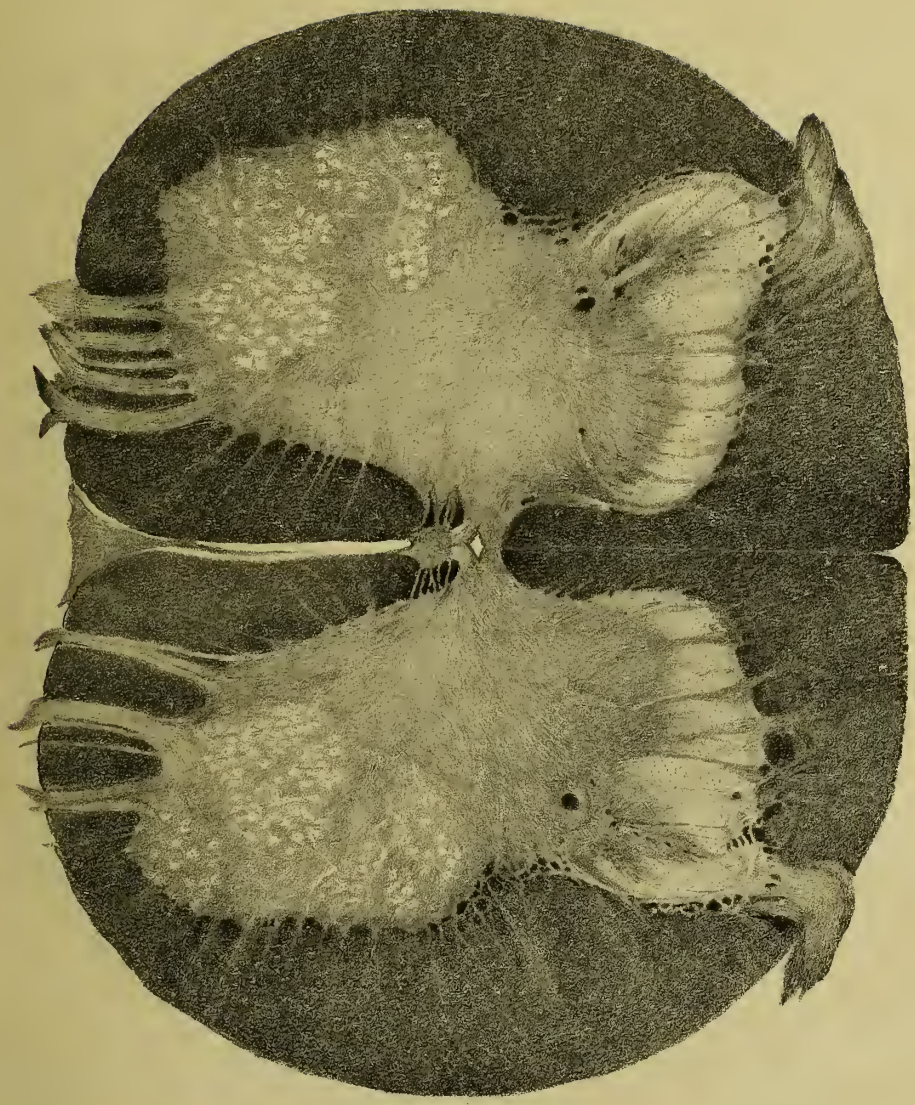


Fig. 1.

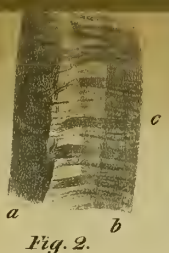


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 11.

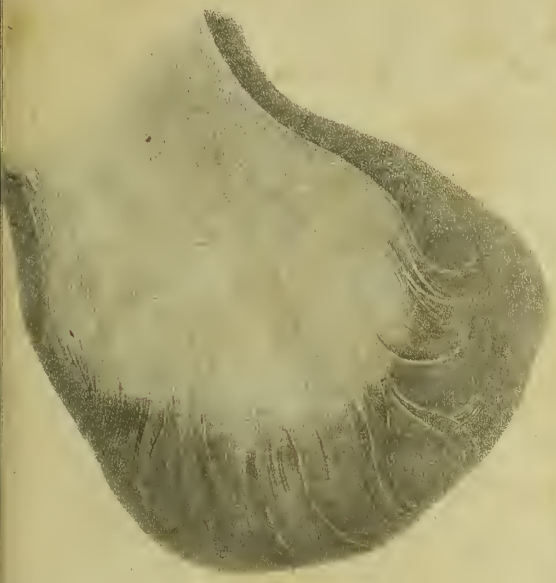


Fig. 5.

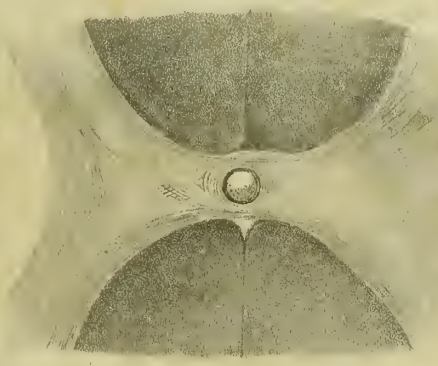


Fig. 6.

Fig. 12.

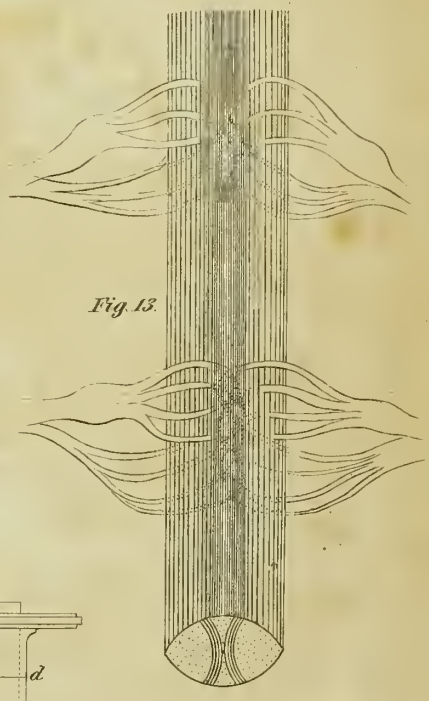


Fig. 13.

Fig. 7.

Fig. 16.

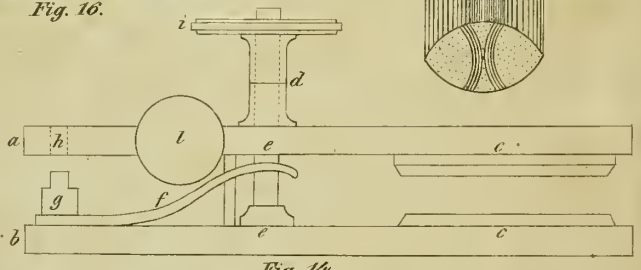


Fig. 14.

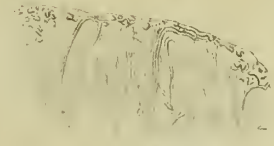


Fig. 10.

Fig. 8.

Fig. 9.

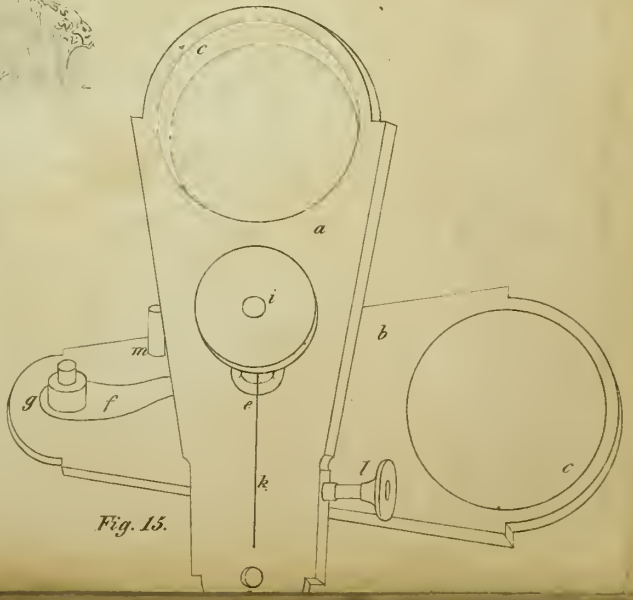


Fig. 15.